

RANCANG BANGUN *SUN GUIDE* DIGITAL

DALAM PENENTUAN ARAH KIBLAT

TESIS

Disusun untuk Memenuhi Persyaratan untuk Memperoleh
Gelar Magister dalam Ilmu Falak



Disusun Oleh :

Ardana Ash Siddiqi

NIM : 23020680005

PROGRAM MAGISTER ILMU FALAK

FAKULTAS SYARI'AH DAN HUKUM

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO

SEMARANG

2025

MOTTO

إِنَّ اللَّهَ لَا يُغَيِّرُ مَا بِقَوْمٍ حَتَّىٰ يُغَيِّرُوا مَا بِأَنفُسِهِمْ

"Sesungguhnya Allah tidak akan mengubah keadaan suatu kaum sebelum mereka mengubah keadaan diri mereka sendiri."

(QS. Ar-Ra'd: 11)

NOTA PEMBIMBING

NOTA DINAS

Semarang, 11 April 2025

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Syari'ah dan Hukum
UIN Walisongo Semarang

Assalamu'alaikum wr.wb.

Dengan ini diberitahukan bahwa saya telah melakukan bimbingan, arahan, dan koreksi terhadap tesis yang ditulis oleh:

Nama : Ardana Ash Siddiqi

NIM : 23020680005

Program Studi : Magister Ilmu Falak

Judul Penelitian : Rancang Bangun *Sun Guide* Digital Dalam Penentuan Arah Kiblat

Kami memandang bahwa tesis tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Syari'ah dan Hukum UIN Walisongo untuk diujikan dalam Sidang Ujian Tesis.

Wassalamu'alaikum wr.wb.

Pembimbing I

A handwritten signature in black ink, consisting of a series of loops and a horizontal line, positioned above the printed name and NIP.

**Dr. Afif Noor, S.Ag, SH., M.Hum.
NIP. 197606152005011005**

NOTA PEMBIMBING

NOTA DINAS

Semarang, 11 April 2025

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Syari'ah dan Hukum
UIN Walisongo Semarang

Assalamu'alaikum wr.wb.

Dengan ini diberitahukan bahwa saya telah melakukan bimbingan, arahan, dan koreksi terhadap tesis yang ditulis oleh:

Nama : Ardana Ash Siddiqi

NIM : 23020680005

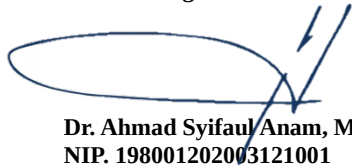
Program Studi : Magister Ilmu Falak

Judul Penelitian : Rancang Bangun *Sun Guide* Digital Dalam Penentuan Arah Kiblat

Kami memandang bahwa tesis tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Syari'ah dan Hukum UIN Walisongo untuk diujikan dalam Sidang Ujian Tesis.

Wassalamu'alaikum wr.wb.

Pembimbing II

A handwritten signature in blue ink, consisting of a large, stylized loop followed by a vertical stroke and a diagonal line.

Dr. Ahmad Syifaul Anam, MH.
NIP. 198001202003121001



**KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
FAKULTAS SYARIAH DAN HUKUM**

Jalan Prof. Dr. H. Hamka Semarang 50185
Telepon (024)7601291, Faksimili (024)7624691, Website : <http://fs.walisongo.ac.id>

**PENGESAHAN PERBAIKAN
OLEH MAJELIS PENGUJI UJIAN TESIS**

Yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan bahwa tesis mahasiswa :

Nama : Ardana Ash Siddiqi
NIM : 23020680005
Judul : RANCANG BANGUN *SUN GUIDE* DIGITAL DALAM PENENTUAN ARAH KIBLAT

telah diujikan pada tanggal 28 Juni 2025 dan dinyatakan LULUS oleh majelis penguji :

NAMA	TANGGAL	TANDA TANGAN
<u>Dr. Amir Tajrid, M.Ag.</u> Ketua Majelis	30/6 2025	
<u>Dr. Ahmad Syfaul Anam, M.H.</u> Sekretaris	30/6 2025	
<u>Prof. Dr. Muslich, MA.</u> Penguji 1	30/6 - 2025	
<u>Prof. Dr. Ahmad Izzuddin, M.Ag.</u> Penguji 2	30/6 2025	

PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Nama lengkap : Ardana Ash Siddiqi

NIM : 23020680005

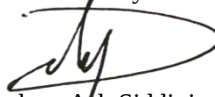
Program Studi : Magister Ilmu Falak Menyatakan bahwa tesis yang berjudul:

Rancang Bangun *Sun Guide* Digital Dalam Penentuan Arah Kiblat

Secara keseluruhan adalah hasil penelitian / karya saya sendiri, kecuali bagian tertentu yang dirujuk sumbernya.

Semarang, 11 April 2025

Pembuat Pernyataan



Ardana Ash Siddiqi

NIM: 23020680005

ABSTRAK

Seiring perkembangan teknologi, penentuan arah kiblat dapat dilakukan dengan berbagai metode, seperti kompas, istiwa'aini, theodolite, dan aplikasi digital. Namun, sebagian besar metode ini masih memiliki keterbatasan, seperti ketergantungan pada medan magnet atau perlunya penyesuaian manual.

Penelitian ini bertujuan untuk membuat sebuah instrumen yang diberi nama *Sun Guide*, yaitu instrumen berbasis Arduino yang dapat menentukan arah kiblat secara otomatis dengan mengacu pada posisi matahari secara real-time, sehingga lebih akurat dan praktis digunakan.

Penelitian ini menggunakan metode Research and Development (R&D) dengan pendekatan SDLC, *Sun Guide* dirancang dengan sensor cahaya, motor servo, dan modul GPS. Algoritma astronomi diterapkan untuk meningkatkan akurasi.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa alat ini memiliki akurasi yang cukup baik, selisih yang didapatkan masih dalam batas toleransi yang dapat diterima dalam penentuan arah kiblat. Hasil data dari uji validasi ahli memperoleh nilai rata-rata 83,92% dan juga hasil data dari user accepten memperoleh nilai rata-rata 83,47% , yang kedua hasil data tersebut menunjukkan bahwa instrument sangat layak digunakan dalam pengukuran arah kiblat.

Kata Kunci: Arah Kiblat, Instrumen Kiblat, Arduino.

ABSTRACT

With the advancement of technology, determining the Qibla direction can be performed using various methods such as compasses, istiwa'aini, theodolites, and digital applications. However, most of these methods still possess limitations, including dependence on magnetic fields or the necessity for manual adjustments.

This study aims to develop an instrument named Sun Guide, an Arduino-based device capable of automatically determining the Qibla direction by referencing the real-time position of the sun, thereby offering enhanced accuracy and practical utility.

This research employs the Research and Development (R&D) method with an SDLC (System Development Life Cycle) approach. The Sun Guide is designed with light sensors, servo motors, and a GPS module. Astronomical algorithms are integrated to further improve its accuracy.

Testing results indicate that this instrument possesses good accuracy, with discrepancies remaining within acceptable tolerance limits for Qibla determination. Validation data from expert evaluation yielded an average score of 83.92%, and user acceptance data obtained an average score of 83.47%, both of which demonstrate that the instrument is highly feasible for use in Qibla direction measurement.

Keywords: Qibla Direction, Qibla Instrument, Arduino.

PEDOMAN TRANSLITERASI

Keputusan Bersama Menteri Agama dan Menteri P dan K
Nomor: 158/1987 dan Nomor: 0543b/U/1987

1. Konsonan

No.	Arab	Latin
1	ا	tidak dilambangkan
2	ب	b
3	ت	t
4	ث	ṡ
5	ج	j
6	ح	ḥ
7	خ	kh
8	د	d
9	ذ	ẓ
10	ر	r
11	ز	z
12	س	s
13	ش	sy
14	ص	ṣ
15	ض	ḍ

No.	Arab	Latin
16	ط	ṭ
17	ظ	ẓ
18	ع	‘
19	غ	g
20	ف	f
21	ق	q
22	ك	k
23	ل	l
24	م	m
25	ن	n
26	و	w
27	ه	h
28	ء	’
29	ي	y

2. Vokal Pendek

.... = a	كَتَبَ	kataba
.... = i	سُئِلَ	su’ila
.... = u	يَذْهَبُ	yazhabu

3. Vokal Panjang

اَ... = ā	قَالَ	qāla
إِ... = ī	قِيلَ	qīla
أُ... = ū	يُقُولُ	yaqūlu

4. Diftong

أَيَ = ai	كَيْفَ	kaifa
أَوْ = au	حَوْلَ	ḥaula

Catatan:

Kata sandang [al-] pada bacaan syamsiyyah atau qamariyyah ditulis [al-] secara konsisten supaya selaras dengan teks Arabnya.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, segala puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah Swt. atas limpahan rahmat, taufik, dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis yang berjudul "*Rancang Bangun Sun Guide dalam Penentuan Arah Kiblat*" sebagai salah satu syarat dalam menyelesaikan studi di Program Magister Ilmu Falak Fakultas Syari'ah dan Hukum UIN Walisongo Semarang. Shalawat dan salam senantiasa tercurah kepada junjungan kita Nabi Muhammad Saw., yang telah membawa umat manusia dari zaman kegelapan menuju zaman terang benderang penuh ilmu pengetahuan.

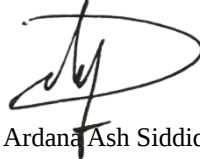
Penulis menyadari bahwa penelitian ini dapat diselesaikan tak luput dari bantuan berbagai pihak oleh karena itu, penulis menyampaikan banyak terimakasih kepada :

1. Bapak Sumarto dan Ibu Mahmudah, orang tua tercinta, yang selalu menjadi sumber kekuatan lewat doa-doa yang tak pernah putus, kasih sayang yang tulus, dan dukungan tanpa syarat sepanjang perjalanan ini.
2. Shiti Fhatima, yang dengan kasih sayang dan nasihat penuh kebaikan selalu memberi warna dalam perjalanan ini, memberikan dukungan yang tak ternilai.
3. Keluarga besar Ma'had Aly TBS Kudus, yang telah memberikan doa, dukungan, nasihat, serta semangat yang tak terhingga kepada penulis dalam menjalani setiap langkah proses penelitian ini.
4. Dr. Afif Noor, S.Ag., SH., M.Hum., selaku pembimbing I yang telah membimbing dengan penuh kesabaran, memberikan arahan dan masukan yang sangat berarti selama proses penyusunan tesis ini.
5. Dr. Ahmad Syifaul Anam, M.H., selaku pembimbing II yang telah dengan sabar mendampingi dan memberikan kritik serta saran yang membangun dalam penyusunan tesis ini.

6. Seluruh dosen dan civitas akademika Magister Ilmu Falak Fakultas Syari'ah dan Hukum UIN Walisongo Semarang yang telah memberikan ilmu, inspirasi, dan motivasi selama penulis menempuh pendidikan.
7. Untuk Saudara Muhammad Faqih Taufik, Muhammad Yusron, Ahmad Ihsan Alwi, yang selalu memberikan dukungan, semangat, serta kontribusi positif dalam setiap langkah penulis.
8. Teman-teman seperjuangan Magister Ilmu Falak angkatan 2024, atas kebersamaan, diskusi, serta semangat yang telah dibagikan selama proses studi.
9. Seluruh pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu yang telah memberikan bantuan, dukungan, dan motivasi dalam penyusunan tesis ini.

Penulis menyadari bahwa karya ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, segala bentuk kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan untuk perbaikan di masa yang akan datang. Semoga tulisan ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu falak, khususnya dalam inovasi penentuan arah kiblat secara praktis.

Semarang, 15 April 2025



Ardana Ash Siddiqi
23020680005

DAFTAR ISI

JUDUL TESIS	1
MOTTO	ii
NOTA PEMBIMBING	iii
PENGESAHAN TESIS	v
PERNYATAAN KEASLIAN TESIS	vii
ABSTRAK	vii
PEDOMAN TRANSLITERASI	ix
KATA PENGANTAR	x
DAFTAR ISI	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	6
C. Tujuan Penelitian	7
D. Manfaat Penelitian	7
E. Spesifikasi Produk	7
F. Kajian Pustaka	8
G. Metode Penelitian	13
BAB II TINJAUAN UMUM ARAH KIBLAT	27
H. Pengertian Arah Kiblat	27
I. Dasar Hukum Arah Kiblat	30
J. Toleransi Penyimpangan Arah Kiblat	38
K. Metode Penentuan Arah Kiblat	40

L. Penentuan Arah Kiblat Menggunakan Instrumen.....	46
BAB III RANCANG BANGUN SUN GUIDE DALAM	
PENENTUAN ARAH KIBLAT	53
M. Sejarah Singkat Arduino.....	53
N. Jenis-jenis Arduino	54
O. Komponen Instrumen <i>Sun Guide</i>	58
P. Desain Produk Instrumen <i>Sun Guide</i>	65
Q. Pemrograman dan Perancangan	73
BAB IV ANALISIS UJI FUNGSI SUN GUIDE DALAM	
MENENTUKAN ARAH KIBLAT	84
R. Implementasi dan Penggunaan Sun Guide	84
S. Analisis Hasil Pengujian Sun Guide.....	88
T. Analisis Kelebihan dan Kekurangan Instrumen Sun Guide 102	
BAB V PENUTUP	105
A. Kesimpulan.....	105
B. Saran.....	107
DAFTAR PUSTAKA	109
LAMPIRAN	119
RIWAYAT HIDUP.....	119

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1	Board Arduino Uno
Gambar 3.2	Arduino due
Gambar 3.3	Arduino mega
Gambar 3.4	Arduino Leonardo
Gambar 3.5	Arduino Nano
Gambar 3.6	Arduino Nano
Gambar 3.7	GPS NEO6M UBLOX
Gambar 3.8	Module LCD16X2+12C
Gambar 3.9	Sensor LDR
Gambar 3.10	Stepper Motor NEMA 17 dan Driver Stepper A4988
Gambar 3.11	Stepdown L2596
Gambar 3.12	RTC DS 3231
Gambar 3.14	Baterai Li-ion (Lithium-ion)
Gambar 3.13	Laser Pointer 4.5 VDC
Gambar 3.14	<i>Desigen casing Sun Guide</i>
Gambar 3.15	Rancangan eletronika <i>Sun Guide</i>
Gambar 3.17	Pemasangan komponen <i>Sun Guide</i>
Gambar 3.18	Diagram alir <i>Sun Guide</i>
Gambar 3.19	Pilihan download software Arduino untuk berbagai sistem operasi computer

- Gambar 3.20 sketch Arduino IDE
- Gambar 4.1 Foto *Sun Guide*
- Gambar 4.2 Tampilan LCD *Sun Guide*
- Gambar 4.5 Uji coba *Sun Guide* di Masjid UIN Walisongo Semarang
- Gambar 4.6 Uji *Sun Guide* oleh Ridlwan
- Gambar 4.7 Uji dan validasi *Sun Guide* di Ma'had Aly TBS Kudus oleh Ust. Noor Aflah S.H.I., M.H.
- Gambar 4.8 Uji dan validasi *Sun Guide* di Masjid Al Mubarak Kudus oleh Ust. Auzi'ni Syukron Kamal Ahmad, M.H dan Muhammad Faqih Taufik, S.Ag.
- Gambar 4.9 Usser Accepten Bersama mahasantri Ma'had Aly TBS Kudus

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1	Kriteria Bobot Nilai Validasi Ahli
Tabel 4.2	Kriteria Kelayakan Media Berdasarkan Presentase Validasi Ahli
Tabel 4.3	Rumus Evaluasi Efektivitas oleh User Acceptance
Tabel 4.4	Kriteria Kelayakan Media Berdasarkan Presentase Efektivitas

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kiblat merupakan salah satu elemen fundamental dalam praktik ibadah shalat bagi umat Islam. Setiap Muslim yang melaksanakan shalat diwajibkan untuk menghadap ke arah kiblat sebagai bagian dari syarat sah shalat. Seiring dengan penyebaran umat Islam keseluruh dunia, penentuan arah kiblat menjadi lebih kompleks, terutama di daerah-daerah yang jauh dari Makkah. Dalam konteks geografis yang berbeda-beda, tantangan dalam menentukan arah kiblat dengan akurat sering kali muncul.

Bagi mereka yang berada jauh dari Mekah, hal ini menjadi masalah karena memenuhi syarat ini bisa menjadi sulit bagi mereka dengan kemungkinan tidak dapat mengarahkan diri mereka secara tepat menuju Ka'bah.¹ Dalam konteks Ka'bah di Masjid al-Haram di Mekah, Arab Saudi, istilah "arah kiblat" mengacu pada arah yang menunjuk ke suatu titik tertentu di dalam Ka'bah, atau arah yang paling dekat dengan Ka'bah.²

¹ Ahmad Izzuddin, *Kajian Terhadap Metode-Metode Penentuan Arah Kiblat Dan Akurasinya*, (Jakarta: Kemenag RI, 2012), Hlm. 17

² Zainul Arifin, *Ilmu Falak Cara Menghitung Dan Menentukan Arah Kiblat, Rashdul Kiblat, Awal Bulan Qamariyah, Hisab Kontemporer*. (Yogyakarta: Lukita, 2012), Hlm. 16

Melalui penggunaan matematika dan pengamatan, adalah mungkin untuk mengetahui arah dimana Ka'bah menghadap dari tempat atau lokasi mana pun dipermukaan Bumi. Oleh karena itu, perhitungan arah kiblat pada dasarnya adalah penghitungan yang bertujuan untuk menentukan arah dimana Ka'bah di Mekah terlihat dari suatu posisi tertentu dipermukaan Bumi.³ Untuk mendapatkan keyakinan dan konsistensi dalam ibadah dengan *'ainul yaqin*, atau setidaknya mendekatinya, atau bahkan mencapai *haqqul yaqin*, seseorang harus memprioritaskan untuk memastikan bahwa arah kiblat yang digunakan sejajar dengan arah yang menghadap ke Baitullah.⁴

Berdasarkan hal di atas, jelas bahwa ilmu falak adalah subjek yang sangat penting bagi umat muslim, khususnya hubungan dengan penentuan arah kiblat dalam ilmu falak. Sangat penting untuk memiliki pengetahuan tentang ilmu falak agar dapat melaksanakan salat yang menghadap kiblat.

Untuk menentukan arah kiblat dalam ilmu falak telah berkembang pesat dengan berbagai variasi yang beragam, mulai dari yang tradisional hingga yang modern. Metode tradisional mencakup teknik seperti *rashd al-qiblah* (ketika posisi Matahari tepat di atas Ka'bah), penggunaan tongkat

³ Muhyiddin Khazin, *Ilmu Falak Dalam Teori Dan Praktik*, (Yogyakarta: Buana Pustaka, 2004). Hlm 49

⁴ Ahmad Izzuddin, *Menentukan Arah Kiblat Praktis*. (Semarang: Walisongo Press, 2010), Hlm. 19

istiwa', dan mengamati bayangan harian Matahari. Sementara itu, metode modern melibatkan teknologi seperti kompas, perhitungan segitiga bola (*spherical trigonometry*), theodolite, sistem navigasi *Global Positioning System* (GPS), *Google Earth*, dan lainnya.⁵

Berbagai inovasi dari para ahli falak telah memberikan kontribusi signifikan dalam pengukuran arah kiblat. Salah satu contohnya adalah Z, Qibla Finder yang dikembangkan oleh Hendro Setyanto. Alat ini merupakan hasil modifikasi sundial, terdiri dari gnomon, bidang dial yang dapat berputar 360°, serta dilengkapi dengan kompas kecil sebagai panduan.⁶ Selain itu, terdapat juga Istiwa'aini, sebuah alat penentu arah kiblat yang dirancang oleh KH. Slamet Hambali. Alat ini menggunakan dua gnomon dan bidang dial yang juga dapat berputar 360°. Cara kerja Istiwa'aini mirip dengan theodolite, yaitu memanfaatkan perbedaan azimuth, yakni selisih antara azimuth kiblat dan azimuth matahari.

Inovasi lainnya adalah Qibla Rulers karya Muhammad Farid Azmi, yang merupakan hasil modifikasi segitiga siku-siku menggunakan fungsi trigonometri untuk mencapai tingkat akurasi yang lebih tinggi dibandingkan segitiga siku-

⁵ Nurul Arifin dkk, "*Integrasi Teks-Teks Syar'i Yang Terkait Dengan Arah Kiblat Dalam Konteks Astronomi*", El Falaky: Jurnal Ilmu Falak 4 (2020). Hlm 75.

⁶ Siti Tatmainul Qulub. *Ilmu Falak Dari Sejarah Ke Teori dan Aplikasi*. (Depok: Rajawali Pers, 2017). Hlm 17.

siku biasa.⁷ Selain itu, terdapat Qibla Box karya Fajrullah, sebuah instrumen penentu arah kiblat berskala global yang dilengkapi dengan laser pembidik dan sensor suara untuk kemudahan penggunaan.⁸ Alat ini menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno sebagai pusat pemrograman, meskipun masih memanfaatkan Kompas Digital yang akurasi dapat dipengaruhi oleh medan magnet, bahkan setelah dilakukan koreksi. Namun, pengoperasian Qibla Box masih dilakukan secara manual.

Teknologi modern sebenarnya sudah memberikan banyak kemudahan, salah satunya dengan adanya kompas atau aplikasi kiblat di smartphone. Namun, keakuratan dan kemudahan penggunaannya sering kali dipengaruhi oleh faktor lingkungan, seperti medan magnet atau posisi geografis yang kompleks. Selain itu, aplikasi tersebut juga membutuhkan input manual dari pengguna untuk menentukan lokasi dan waktu secara tepat. Inilah yang menginspirasi pengembangan alat yang lebih praktis, otomatis, dan akurat.

Arduino adalah platform elektronik berbasis *open-source* yang sangat populer dalam pengembangan prototipe alat elektronik karena sifatnya yang fleksibel, mudah digunakan,

⁷ Muhammad Farid Azmi. "*Qibla Rulers Sebagai Pengukur Kiblat*". (Skripsi, Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang 2017"). Hlm 117.

⁸ Fajrullah. "*Qibla Box dalam Penentuan Arah Kiblat*" (Tesis, Semarang, Universitas Islam Negeri Walisongo, 2022).

dan murah. Arduino dapat diprogram untuk membaca input dari berbagai sensor dan mengontrol perangkat eksternal dengan tepat. Dalam konteks penentuan arah kiblat, Arduino dapat digunakan untuk membaca data dari sensor-sensor, seperti modul GPS, kompas digital, dan akselerometer, untuk menghitung koordinat geografis dan orientasi pengguna dengan akurasi yang lebih tinggi.

Instrumen arah kiblat berbasis Arduino memungkinkan pengembangan alat yang dapat mengukur posisi geografis pengguna secara real-time serta menghitung arah kiblat berdasarkan data presisi dari satelit dan sensor digital. Dengan implementasi teknologi ini, tantangan yang dihadapi oleh umat Islam dalam menentukan arah kiblat dapat diatasi dengan lebih baik.

Jika ada sebuah instrumen berbasis Arduino yang dapat melacak arah kiblat secara otomatis hanya dengan mengacu pada posisi matahari. Alat ini bisa menjadi solusi yang lebih andal karena menggunakan perhitungan astronomi yang akurat berdasarkan waktu dan lokasi. Dengan motor yang dapat bergerak otomatis, instrumen ini mampu mencari arah matahari, menghitung posisi kiblat, dan secara otomatis mengarahkan dirinya ke arah yang benar tanpa perlu banyak campur tangan dari pengguna.

Oleh karena itu, penulis tertarik untuk "**Rancang Bangun *Sun Guide* Digital dalam Penentuan Arah Kiblat**" sebagai instrumen berbasis Arduino. Alat ini diharapkan dapat menjadi solusi ideal bagi pengguna yang sering berpindah lokasi atau berada di wilayah dengan sinyal GPS yang kurang stabil. Teknologi ini dirancang untuk meningkatkan kepraktisan dan akurasi dalam penentuan arah kiblat dengan memanfaatkan posisi matahari sebagai acuan utama. Dengan demikian, *Sun Guide* ini akan memudahkan pengguna dalam berbagai kondisi tanpa memerlukan pengaturan manual yang rumit, menjadikannya lebih efisien dan mudah digunakan.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan pada uraian latar belakang yang dipaparkan peneliti di atas, peneliti mengkrucutkan dua pokok pembahasan agar tidak terlalu melebar. Adapun rumusan masalahnya sebagai berikut:

1. Bagaimana rancang bangun *Sun Guide* sebagai instrumen penentu arah kiblat dengan acuan posisi matahari?
2. Bagaimana tingkat akurasi *Sun Guide* dalam menentukan arah kiblat berdasarkan acuan posisi matahari?

C. Tujuan Penelitian

Setiap penelitian selalu bertujuan untuk memecahkan suatu hal, begitu juga dalam penelitian ini. Sesuai dengan rumusan masalah di atas tujuan dalam penelitian ini adalah,

1. Merancang instrumen arah kiblat berbasis Arduino yang dapat melakukan pelacakan otomatis berdasarkan posisi matahari, serta mengembangkan perangkat lunak untuk mengendalikan sistem yang dapat mengintegrasikan sensor matahari dan motor untuk pelacakan arah kiblat.
2. Menguji keakuratan instrumen dalam berbagai kondisi geografis dan waktu.

D. Manfaat Penelitian

1. Memberikan solusi praktis bagi umat Islam dalam menentukan arah kiblat secara otomatis.
2. Mengembangkan teknologi yang dapat diaplikasikan diberbagai kondisi geografis.
3. Menyediakan inovasi perangkat penentuan arah kiblat yang mudah digunakan.

E. Spesifikasi Produk

1. Mikrokontroler: Arduino Uno atau Arduino Mega sebagai pusat pengendali sistem.
2. Sensor Matahari: *Photodetektor* atau sensor cahaya yang mampu mendeteksi posisi matahari.

3. Motor Servo/Stepper: Untuk menggerakkan instrumen dalam melacak arah matahari.
4. Modul RTC (*Real Time Clock*): Untuk mencatat waktu dengan akurat sebagai acuan perhitungan posisi matahari.
5. Modul GPS: Untuk menentukan lokasi geografis pengguna.
6. Software: Algoritma untuk menghitung posisi matahari berdasarkan waktu dan lokasi, serta mengarahkan instrumen ke arah kiblat.
7. Power Supply: Catu daya yang stabil untuk mendukung operasional sistem.

F. Kajian Pustaka

Langkah awal yang dilakukan penulis untuk memastikan bahwa topik penelitian yang dipilih memang belum pernah diteliti oleh orang lain sebelumnya. Selain itu, kajian ini juga membantu penulis dalam menyelesaikan penelitiannya, karena saat menjalani proses penelitian, penulis perlu merujuk pada pengetahuan, teori, konsep, atau aturan yang sudah ada sebelumnya sebagai dasar dan panduan.⁹

⁹ Suharsono Arikunto. *Manajemen Penelitian*. (Jakarta: Rineka Cipta, 1990). Hlm 76.

Penulis melakukan pencarian terhadap penelitian-penelitian sebelumnya yang memiliki keterkaitan dengan topik ini. Beberapa penelitian yang ditemukan antara lain:

Pertama, Penelitian Lauhatun Nashihah berjudul *“Inovasi Instrumen Penentu Arah Kiblat Dengan Output Visual Berdasarkan Data Pergerakan Matahari”*. (Tesis pascasarjana jurusan ilmu falak Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang).¹⁰ Dalam penelitian tersebut membahas tentang pembuatan Instrumen arah Kiblat yang bersifat global dengan dilengkapi laser pembidik dan sensor suara untuk memudahkan dalam penggunaannya. Luhatun menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno sebagai pusat pemogramannya dilengkapi dengan GPS GY-NEOMV2, Busur Derajat Digital, dan Tongkat Gnomon. Pada Instrumen ini memakai acuan data Matahari berupa tongkat gnomon dan masih digerakan secara manual, sementara *Sun Guide* dilengkapi dengan sensor matahari dan motor *servo/stapper* yang akan bergerak secara otomatis *tracking* pada matahari dan sesuai data yang dimuat di dalamnya.

Kedua, Penelitian Fajrullah berjudul *“Qibla Box dalam Penentuan Arah Kiblat”*. (Tesis pascasarjana jurusan ilmu

¹⁰ Lauhatun Nashihah. *“Inovasi Instrumen Penentu Arah Kiblat Dengan Output Visual Berdasarkan Data Pergerakan Matahari”*. (Tesis, Semarang, Universitas Islam Negeri Walisongo, 2024).

falak Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang).¹¹ Dalam penelitian tersebut membahas tentang pembuatan Instrumen arah Kiblat yang bersifat global dilengkapi laser pembidik dan sensor suara untuk memudahkan dalam penggunaannya. Fajrullah menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno sebagai pusat pemogramannya dilengkapi dengan GPS GY-NEOMV2 dan Kompas Digital GY-273 HMC5883L. Fajrullah masih menggunakan Kompas Digital, padahal Kompas Digital nilai akurasi masih terpengaruh pada magnet sekalipun sudah dikoreksi.¹² Perbedaan utama yang sangat terlihat antara *qibla box* dan *sun guide* ialah acuannya yaitu *qibla box* menggunakan acuan Kompas dan *sun guide* menggunakan acuan matahari, lalu pada mekanismenya, *qibla box* masih di Gerakan secara manual dan *sun guide* dapat bergerak secara otomatis.

Ketiga, Penelitian Agung Laksana yang berjudul “*Alat Ukur Arah Kiblat Dengan Metode Azimut Bayangan Matahari Otomatis*”. (Tesis pascasarjana jurusan ilmu falak Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang).¹³ Tesis ini

¹¹ Fajrullah. “*Qibla Box dalam Penentuan Arah Kiblat*” (Tesis, Semarang, Universitas Islam Negeri Walisongo, 2022).

¹² Fathiyatus sa’adah. “*Pengaruh Deklinasi Magnetik Pada Kompas Terhadap Penentuan Utara Sejati (True North) Di Kota Salatiga*” (Fajrullah, “Qibla Box dalam Penentuan Arah Kiblat” (Tesis, Semarang, Universitas Islam Negeri Walisongo, 2022). Hlm 28.

¹³ Agung Laksana. “*Alat Ukur Arah Kiblat Dengan Metode Azimut Bayangan Matahari Otomatis*” (Tesis, Semarang, Universitas Islam Negeri Walisongo, 2022).

menghasilkan sebuah Instrumen pengukur arah Kiblat terbuat dari bahan akrilik yang dilengkapi dengan mikrokontroler arduino, sensor GPS dan komponen elektronik pendukung lainnya. Adapun Prinsip kerja alat ukur Kiblat ini dengan metode azimuth bayangan matahari otomatis. Instrument ini memiliki bidang dial seperti Mizwala dan Istiwa'ain serta terdapat komponen kalkulator shaf salat. Perbedaan intrumen ini dengan *sun guide* ialah instrumenn ini menggunakan acuan bayangan matahari seperti mizwala dan istiwa'ain dengan menggunakan tongkat gnomon dan masih menggunakan Tarik benang, sedangkan sun suide menggunakan acuan posisi matahari, bergerak secara otomatis dan dibidik menggunakan laser.

Keempat, Buku yang ditulis Mada Sanjaya, Dyah Anggaraini dan Fikri Ibrahim Nurrahman dengan judul “*Algoritma Arah Kiblat al Biruni Dalam Kitab Tahdîd Nihāyat al-Amākin Li Tashîh Masāʾifat al-Masākin disertai Implementasinya Menggunakan Mikrokontroler Arduino*” (Jurusan Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Sunan Gunung Djati Bandung).¹⁴ Mada Sajaya dkk mengaplikasikan algoritma Abu Rayhan Muhammad ibn Ahmad al-Biruni (973-1050 M) dalam kitabnya ke dalam

¹⁴ Mada Sajaya, Dyah Anggraini, dan Fikri Ibrahim Nurrohman, *Algoritma Arah Kiblat Al-Biruni Dalam Tahdîd Nihāyat Al-Amākin Li Tashîh Masāʾifat Al-Masākin*. (Bandung: Bolabot, 2019).

mikrokontroler modern. Berdasarkan algoritma tersebut, menghasilkan instrumen Q-BOT Ver. 3. Instrumen penentu arah Kiblat berbasis elektro dan digital yang terdapat layar LCD yang dapat menampilkan arah Kiblat, dan dapat berbunyi ketika instrumen telah menghadap ke arah Kiblat.¹⁵ Penelitian ini jelas berbeda dengan penelitian penulis, penelitian Mada Sajaya dkk menggunakan algoritma arah Kiblat Al Biruni dalam *Tahdīd Nihāyat Al-Amākin Li Tashīh Masāfat Al-Masākin*, Sedangkan *sun guide* menggunakan algoritma segitiga bola dalam pemrograman untuk menentukan arah kiblat, sementara perhitungan azimuth Matahari didasarkan pada data pergerakan Matahari dengan menerapkan algoritma deklinasi dan *equation of time*.

Kelima, Penelitian dari Aziz Zainuddin, Akhmad Hendriawan, Hary Oktavianto. “*Kompas Digital Penunjuk Arah Kiblat dengan Output Visual*”. (Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya).¹⁶ Penelitian Aziz dkk menggunakan Arduino Mega 1280 instrumen ini bersifat global dengan tambahan GPS. Penelitian ini masih memiliki tingkat akurasi yang kurang, karena komponen tambahan seperti Kompas Digital dan GPS EG-T10 yang digunakan

¹⁵ Mada Sajaya, Dyah Anggraini, dan Fikri Ibrahim Nurrohmān, *Algortima Arah Kiblat Al-Biruni Dalam Tahdīd Nihāyat Al-Amākin Li Tashīh Masāfat Al-Masākin*. (Bandung: Bolabot, 2019). Hlm. 421.

¹⁶ Aziz Zainuddin, Akhmad Hendriawan, dan Hary Oktavianto, *Kompas Digital Penunjuk Arah Kiblat dengan Output Visual* (Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2011).

belum cukup presisi. Penelitian ini berbeda dengan yang dilakukan oleh penulis. Pertama, tipe GPS yang digunakan berbeda. Kedua, penulis tidak menggunakan Kompas Digital, melainkan memanfaatkan data pergerakan Matahari secara *real-time*, sehingga memiliki keunggulan dan perbedaan atau kelebihan utama, seperti akurasi, kemudahan penggunaan, atau aspek lainnya.

Berdasarkan penelusuran penulis dari referensi di atas, ada beberapa komponen yang harus diperbaharui. Semua penelitian di atas dalam menentukan arah kiblat masih menggunakan Kompas digital. Namun, Kompas digital masih sangat sensitive terhadap benda-benda magnetic disekitarnya. Sehingga penulis menilai bahwa penelitian ini layak diteliti dan didalami lebih lanjut.

G. Metode Penelitian

1. Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang penulis ambil adalah penelitian pengembangan atau *Research and Development*.¹⁷ Penelitian pengembangan ini, peneliti berupaya melakukan mengembangkan instrumen ini meliputi

¹⁷ Penelitian Pengembangan (Research and Development/R&D). Dalam bidang pendidikan dan pembelajaran, penelitian ini ditujukan untuk mengembangkan dan memvalidasi produk pendidikan dan pembelajaran yang efektif dan adaptabel. Produk dari model penelitian ini diharapkan dapat dipakai untuk meningkatkan dan mengembangkan mutu pendidikan dan pembelajaran. Tim Perumus, *Panduan Penulisan Karya Tulis Ilmiah Pascasarjana UIN Walisongo*, (Semarang: Universitas Islam Negeri Walisongo, 2018). Hlm 24.

pemograman Arduino uno sebagai pusat pemograman dan pengolahan data, GPS yang memberikan data koordinat tempat pengukuran arah kiblat. Semuanya terprogram didalam aplikasi text editor yaitu IDE (*Integrated Development Environment*). Ditambah dengan motor servo yang secara otomatis dapat mentracker matahari sebagai acuan dalam instrumen arah kiblat ini.

2. Model Pengembangan

Model pengembangan yang akan penulis lakukan adalah mengembangkan instrumen arah kiblat yang telah ada sebelumnya menjadi lebih modern dan kontemporer. Pengembangan instrumen ini meliputi pemograman Arduino uno sebagai pusat pemograman dan pengolahan data, GPS yang memberikan data koordinat tempat pengukuran arah kiblat. Semuanya diprogram secara otomatis bahkan dilengkapi dengan dua motor servo yang dapat bergerak secara vertical dan horizontal agar dapat mudah mentracking matahari.

3. Prosedur Pengembangan

Penelitian ini menggunakan pendekatan pengembangan berbasis SDLC yang juga dikenal sebagai *System Development Life Cycle*, adalah sebuah kerangka kerja sistematis yang digunakan untuk

merencanakan, mengembangkan, menguji, dan memelihara perangkat lunak guna mencapai hasil yang optimal sesuai kebutuhan pengguna. Proses SDLC ini dirancang dengan mengacu pada praktik praktik terbaik yang telah terbukti efektif dalam pengembangan sistem perangkat lunak terdahulu. Dengan pendekatan yang terstruktur, SDLC memastikan bahwa setiap langkah dalam siklus pengembangan, mulai dari analisis kebutuhan hingga tahap pemeliharaan dapat berjalan secara sistematis dan sesuai dengan standar kualitas yang diinginkan.¹⁸

Dalam penelitian ini, model yang dipilih dalam SDLC adalah model *Waterfall*. Model *Waterfall* adalah salah satu metode pengembangan perangkat lunak yang menerapkan pendekatan linier dan bertahap, di mana setiap tahap harus diselesaikan sepenuhnya sebelum melanjutkan ke tahap berikutnya. Tahapan dalam model *Waterfall* meliputi analisis kebutuhan, perancangan sistem, implementasi, pengujian, hingga pemeliharaan. Dengan mengikuti model ini, penelitian berusaha memastikan bahwa pengembangan dilakukan secara sistematis dan terencana, sehingga risiko kesalahan dapat diminimalkan. Model ini sangat cocok digunakan ketika

¹⁸ S. Balaji and M. S. Murugaiyan, "WATERFALLVs V-MODEL Vs AGILE: A COMPARATIVE STUDY ON SDLC," JITBM, 2012.

kebutuhan dan spesifikasi proyek telah ditetapkan dengan jelas sejak awal.¹⁹ Adapun tahapan tahapan secara rinci sebagai berikut :

a. Analisis

Pada tahap analisis kebutuhan, peneliti mengidentifikasi tujuan utama pengembangan alat, yakni untuk menentukan arah kiblat dengan menggunakan teknologi berbasis Arduino. Proses ini dimulai dengan studi literatur untuk memahami metode perhitungan posisi matahari yang dapat digunakan dalam konteks penentuan kiblat. Selanjutnya, dilakukan analisis terhadap kebutuhan pengguna, seperti keakuratan arah kiblat, kemudahan penggunaan, dan portabilitas alat. Pada tahap ini, peneliti juga menyusun spesifikasi fungsional, yang mencakup fitur-fitur yang diinginkan, seperti kemampuan alat dalam mengukur sudut matahari, menghitung arah kiblat secara tepat, serta menyediakan antarmuka yang mudah dimengerti oleh pengguna.

b. Desain

Setelah tahap analisis kebutuhan selesai, tahap berikutnya adalah desain sistem. Pada desain

¹⁹ R. S. Pressman. *Rekayasa perangkat lunak (Pendekatan Praktis)*. Yogyakarta: Penerbit ANDI. 2012. Hlm 165.

perangkat keras, peneliti memilih komponen-komponen yang akan digunakan, termasuk jenis Arduino yang sesuai dan sensor yang dibutuhkan untuk mengukur posisi matahari, seperti sensor cahaya dan GPS untuk menentukan lokasi pengguna. Desain rangkaian elektronik juga dipertimbangkan untuk memastikan semua komponen dapat terhubung dengan baik dan berfungsi optimal, termasuk penggunaan LCD untuk menampilkan hasil penghitungan. Disisi perangkat lunak, peneliti merancang alur logika program yang akan digunakan untuk menghitung posisi matahari berdasarkan data astronomi, serta desain antarmuka pengguna yang memungkinkan tampilan yang jelas dan mudah dipahami, sehingga pengguna dapat memanfaatkan alat ini dengan mudah.

c. Pengodean

Pada tahap pengodean, desain yang telah dibuat diterjemahkan ke dalam kode program yang akan dijalankan pada papan Arduino. Pengodean dimulai dengan menulis algoritma yang diperlukan untuk menghitung posisi matahari berdasarkan data waktu dan lokasi geografis pengguna. Kode program juga dibuat untuk mengonversi data yang diterima dari

sensor-sensor yang telah dipilih menjadi informasi yang relevan untuk menentukan arah kiblat. Selain itu, pengodean ini juga melibatkan integrasi antara perangkat keras dan perangkat lunak, dimana peneliti memastikan bahwa komunikasi antara Arduino dan sensor berjalan lancar. Setelah kode program selesai, pengujian unit dilakukan untuk memastikan setiap bagian dari sistem berfungsi sesuai dengan harapan.

d. Pengujian

Setelah tahap pengodean selesai, sistem yang telah dikembangkan masuk ketahap pengujian untuk memastikan bahwa alat berfungsi dengan baik dan memenuhi spesifikasi yang ditetapkan. Pengujian fungsional dilakukan untuk memverifikasi bahwa alat dapat menghitung arah kiblat dengan akurat dan hasil yang ditampilkan sesuai dengan harapan. Selain itu, dilakukan pengujian integrasi untuk memastikan bahwa perangkat keras dan perangkat lunak bekerja secara terkoordinasi tanpa kendala. Pengujian juga melibatkan pengguna akhir untuk memastikan alat mudah digunakan dan memberikan hasil yang sesuai dengan ekspektasi mereka. Terakhir, pengujian keandalan dilakukan untuk

menilai ketahanan sistem dalam kondisi penggunaan jangka panjang dan untuk memastikan bahwa alat dapat bekerja dengan stabil dalam berbagai situasi. Jika ditemukan masalah selama pengujian, penyesuaian dan perbaikan dilakukan untuk meningkatkan kinerja sistem.

4. Sumber Data

Sumber data yang digunakan dalam penelitian ini ada dua yaitu sumber data primer dan sumber data sekunder. Sumber data yaitu data yang dikumpulkan penulis dari sumber pertamanya²⁰. Sumber primer dalam penelitian ini adalah data-data eksperimen dari hasil pengukuran arah kiblat oleh instrument arah kiblat berbasis Arduino computeris.

Adapun sumber data sekunder dalam penelitian ini meliputi buku-buku, kitab-kitab, jurnal-jurnal, artikel-artikel, aplikasi, karya tulis dan seluruh dokumen yang berkaitan dengan penelitian ini.

5. Teknik Pengumpulan Data

Penelitian ini menggunakan dua teknik utama dalam pengumpulan data, yaitu kuisisioner dan observasi. Kedua teknik ini berperan penting dalam mengevaluasi

²⁰ Sumadi Suryabata. *Metodologi Penelitian* (Jakarta: Raja Grafindo Persada, 2004). Hlm 39.

efektivitas dan keandalan alat penentu arah kiblat berbasis Arduino yang dikembangkan.

a. Observasi

Teknik observasi digunakan untuk memantau secara langsung bagaimana pengguna berinteraksi dengan alat, terutama dalam kondisi lapangan. Observasi dilakukan dengan memperhatikan respons pengguna saat menjalankan berbagai fungsi alat, seperti pengaturan awal, proses pengukuran arah kiblat, dan interpretasi hasil. Melalui observasi ini, peneliti dapat mengidentifikasi kesulitan yang dialami pengguna, mencatat waktu yang diperlukan dalam setiap langkah penggunaan, serta mencatat segala kesalahan atau ketidaksesuaian yang muncul.²¹ Hasil observasi ini memberikan wawasan mendalam mengenai keandalan alat dalam situasi nyata dan aspek-aspek yang mungkin terlewatkan dalam tahap perancangan atau pengujian.

b. Kuesioner

Kuesioner adalah metode pengumpulan data dengan memberikan serangkaian pertanyaan atau pernyataan tertulis kepada responden untuk dijawab. Teknik ini dianggap efisien jika peneliti memiliki

²¹ Creswell, J.W., *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches*, 4th Edition (Thousand Oaks: Sage Publications, 2014). Hlm 146.

pemahaman yang jelas tentang variabel yang akan diukur serta harapan terhadap jawaban responden. Selain itu, kuesioner sangat cocok digunakan ketika jumlah responden besar dan tersebar di area yang luas. Bentuk kuesioner dapat berupa pertanyaan tertutup maupun terbuka, dan dapat disampaikan langsung kepada responden, atau melalui pos maupun internet.²²

Dengan menggunakan observasi dan kuesioner, penelitian ini memperoleh data yang komprehensif mengenai efektivitas, efisiensi, dan pengalaman pengguna terhadap alat penentu arah kiblat berbasis Arduino. Data yang diperoleh dari kedua teknik ini diolah dan dianalisis untuk memberikan rekomendasi perbaikan pada alat, sehingga hasil penelitian dapat lebih bermanfaat dan aplikatif.

6. Teknik Analisis Data

a. Pengujian Sun Guide

Pengujian sun guide merupakan sebuah metode pengujian yang digunakan untuk menguji alat tanpa harus memperhatikan secara detail alat nya. Pengujian ini digunakan untuk memeriksa *output* di beberapa tempat.

²² Sugiyono, *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*, Bandung: Alfabeta, 2016, Hlm. 142.

b. Analisis Validasi ahli

Instrument yang digunakan dalam penelitian ini adalah berupa angket dengan menggunakan skala likert. Apabila dalam uji validasi menunjukkan kelayakan maka peneliti dapat melanjutkan penelitian ke tahap selanjutnya.²³ Berikut kriteria penilaian validasi ahli.

Tabel 4. Kriteria bobot nilai

Nilai	Keterangan
5	Sangat Setuju
4	Setuju
3	Cukup
2	Tidak Setuju
1	Sangat Tidak Setuju

Adapun pemberian nilai kelayakan tersebut diukur menggunakan rumus sebagai berikut

$$P = \frac{n}{N} \times 100\%$$

Keterangan :

P = Presentase %

n = Jumlah skore yang diperoleh

²³ Julsyam Fitra & Hasan Maksum, “Efektivitas Media Pembelajaran Interaktif dengan Aplikasi Powtoon pada Mata Pelajaran Bimbingan TIK”. Jurnal Pedagogi dan Pembelajaran (2021), 4.

N = Jumlah skor maksimum

Berdasarkan hasil perhitungan tingkat presentase validitas alat dapat dikatakan valid atau layak apabila memenuhi presentase minimal mencapai $\geq 60\%$ pada kriteria di bawah ini :

Tabel Kriteria Kelayakan Media

Presentase	Kategori	Keterangan
81% - 100%	Sangat Layak	Dapat digunakan tanpa revisi
61% - 80%	Layak	Dapat digunakan namun perlu adanya revisi
41% - 60%	Cukup Layak	Disarankan tidak digunakan karena perlu revisi besar
21% - 40%	Kurang Layak	Tidak boleh digunakan
0% - 20%	Tidak Layak	Tidak boleh digunakan

c. Analisis Efektifitas

Dalam menguji keefektifitas oleh *user acceptance* dalam penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi instrumen dari berbagai aspek untuk memastikan kualitas, validitas, dan kegunaan temuan berdasarkan penilaian dari berbagai angket. Penilaian tersebut berdasarkan rumus

$$Keefektifan = \frac{A + B + C + D}{Jumlah Angket} \times 100\%$$

Keterangan :

A = jumlah nilai dari angket pertama

B = jumlah nilai dari angket Kedua

C = jumlah nilai dari angket Ketiga

D = jumlah nilai dari angket Keempat

Berdasarkan hasil perhitungan tingkat presentase keefektifitaas alat dapat dikatakan valid atau layak apabila memenuhi presentase minimal mencapai $\geq 60\%$ pada kreteria di bawah ini :

Tabel Kreteria Kelayakan Media

Presentase	Kategori	Keterangan
------------	----------	------------

81% - 100%	Sangat Layak	Dapat digunakan tanpa revisi
61% - 80%	Layak	Dapat digunakan namun perlu adanya revisi
41% - 60%	Cukup Layak	Disarankan tidak digunakan karena perlu revisi besar
21% - 40%	Kurang Layak	Tidak boleh digunakan
0% - 20%	Tidak Layak	Tidak boleh digunakan

A. Sistematika Penulisan

Secara garis besar penelitian penelitian ini terbagi menjadi 5 (lima) bab yang didalamnya terdiri atas sub-sub pembahasan. Berikut adalah sistematika penelitiannya:

BAB I merupakan bagian pendahuluan yang mencakup penjelasan tentang latar belakang masalah, rumusan masalah,

tujuan serta manfaat penelitian, spesifikasi produk, asumsi pengembangan, tinjauan pustaka, metode penelitian, dan sistematika penelitian.

BAB II menyajikan tinjauan umum mengenai arah Kiblat. Dalam bab ini, akan dijelaskan secara umum mengenai arah Kiblat, termasuk sub bab yang membahas metode penentuan arah Kiblat, data yang di gunakan daam *sun guide* metode yang digunakan untuk menentukan arah Kiblat.

BAB III membahas Sejarah singkat dan macam macam Arduino, komponen yang terdapat pada *sun guide*, Desain rancangan cover dan elektronik *sun guide*, diagram alir, serta pemrograman yang ada pada *sun guide* untuk penentuan arah Kiblat.

BAB IV membahas analisis uji fungsi, hasil pengujian akurasi *sun guide* dalam menentukan arah Kiblat. Dan hasil uji validitas yang meliputi dibidang informatika, falak dan user acepment. Dalam bab ini juga akan dibahas mengenai kelebihan dan kekurangan *sun guide*.

BAB V adalah bagian penutup. Dalam bab ini, akan disajikan kesimpulan, saran-saran yang mungkin bermanfaat, serta penutupan dari keseluruhan penelitian.

BAB II

TINJAUAN UMUM ARAH KIBLAT

A. Pengertian Arah Kiblat

Arah Kiblat terdiri dari dua kata, yaitu "arah" dan "kiblat". Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI),²⁴ arah (dalam bahasa Inggris: direction) diartikan sebagai tujuan, jurusan, atau maksud. Sedangkan dalam bahasa Arab, arah disebut dengan istilah *jihah* atau *syatrah*. Secara geometri, arah mengacu pada informasi yang menggambarkan posisi relatif suatu titik terhadap titik lainnya tanpa memperhitungkan jarak. Arah juga dapat diartikan sebagai posisi atau perpindahan umum seseorang, benda, atau titik, yang menunjukkan kemana sesuatu atau seseorang akan menuju.

Selanjutnya, kata "kiblat" secara etimologis berasal dari bahasa Arab *qiblah*, yang merupakan bentuk *maṣdar* (kata benda abstrak) dari kata *qabala* (*yaqbilu - qiblatan*), yang memiliki arti dasar "menghadap" atau "menuju".²⁵ Secara linguistik, kata ini mengandung makna yang berkaitan dengan orientasi atau arah yang harus dihadapi. Dalam konteks Islam, kata "kiblat" kemudian mengalami spesifikasi

²⁴ Ebta Setiawan, Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) Offline versi 1.2, (Pusat Bahasa, 2011).

²⁵ Ahmad Warson Munawwir, *Al Munawwir: Kamus Arab-Indonesia*, Edisi Revisi, Jakarta: Pustaka Amani, 2007, hlm 1088.

makna, yaitu merujuk pada arah tertentu yang harus dihadapi oleh setiap Muslim ketika melaksanakan salat.

Arah tersebut adalah Ka'bah yang terletak di Mekkah, yang menjadi pusat ibadah umat Islam diseluruh dunia. Dengan demikian, kiblat bukan hanya sekadar arah geografis, tetapi juga memiliki dimensi spiritual yang mendalam bagi umat Islam. Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) mendefinisikan kiblat sebagai arah yang mengarah ke Ka'bah di Mekkah, yang menjadi acuan utama bagi setiap Muslim dalam pelaksanaan salat. Definisi ini menegaskan bahwa kiblat bukan hanya sekadar simbol, tetapi juga merupakan bagian integral dari tata cara ibadah yang sah dalam Islam, dimana setiap umat Islam diwajibkan menghadap Ka'bah sebagai wujud ketaatan dan pengabdian kepada Allah.

Menurut Slamet Hambali dalam bukunya *Ilmu Falak Arah Kiblat Setiap Saat*, arah kiblat adalah arah yang mengarah langsung menuju Ka'bah melalui jalur terdekat, serta kewajiban bagi setiap Muslim untuk menghadap ke arah tersebut ketika melaksanakan salat, dimana pun mereka berada.²⁶ Selanjutnya, Slamet Hambali menjelaskan bahwa jalur terdekat menuju Ka'bah dapat digambarkan melalui

²⁶ Slamet Hambali, *Ilmu Falak 1 Penentuan Awal Waktu Shalat dan Arah Kiblat Seluruh Dunia*, (Semarang: Program Pascasarjana IAIN Walisongo Semarang, 2011). Hlm 167.

lingkaran besar (*great circle*) bola Bumi, yang dikenal sebagai lingkaran kiblat. Lingkaran kiblat ini adalah lingkaran pada permukaan bola Bumi yang melalui poros atau sumbu kiblat, yakni garis tengah bola Bumi yang menghubungkan Ka'bah dengan titik yang berlawanan dari Ka'bah melalui pusat Bumi.²⁷

Menurut al-Munawi yang dikutip dalam buku *Pedoman Hisab Muhammadiyah*, Kiblat diartikan sebagai sesuatu yang terletak didepan kita atau sesuatu yang kita hadapi.²⁸ Secara harfiah, Kiblat merujuk pada arah yang dihadapi oleh seseorang. Oleh karena itu, Ka'bah disebut Kiblat karena menjadi arah yang dihadapi oleh umat Islam saat melaksanakan salat.

Menurut Ahmad Izzuddin, arah Kiblat adalah arah yang mengarah langsung ke Ka'bah (Baitullah) yang terletak di kota Mekkah. Arah ini dapat ditentukan dari setiap titik dipermukaan bumi dengan cara melakukan perhitungan dan pengukuran yang tepat.²⁹ Harun Nasution mendefinisikan Kiblat sebagai arah yang harus dihadapi saat melaksanakan

²⁷ Slamet Hambali, Ilmu Falak, Arah Kiblat Setiap Saat, (Yogyakarta: Pustaka Ilmu, 2013), Hlm 14.

²⁸ Majelis Tarjih dan Tajdid Pimpinan Pusat Muhammadiyah, Pedoman Hisab Muhammadiyah, Cet II, (Yogyakarta: Majelis Tarjih dan Tajdid PP Muhammadiyah, 2009). Hlm 25.

²⁹ Ahmad Izzuddin, Ilmu Falak Praktis, (Semarang: Pustaka Rizki Putra). Hlm 17.

salat.³⁰ Sementara itu, Mochtar Effendy menjelaskan bahwa Kiblat adalah arah salat, yang dalam hal ini merujuk pada Ka'bah yang terletak di kota Mekkah.³¹

Menurut Muhyiddin Khazin, arah Kiblat merupakan jalur atau jarak terdekat yang dilalui sepanjang lingkaran besar, yaitu arah yang dihadapi oleh umat Islam saat melaksanakan salat, yang mengarah menuju Ka'bah di kota Mekkah.³²

Berdasarkan berbagai definisi yang telah dijelaskan sebelumnya, dapat disimpulkan bahwa Kiblat adalah arah yang mengarah langsung ke Ka'bah, tempat suci umat Islam yang terletak di kota Mekkah. Arah ini dianggap sebagai jalur terdekat yang harus dihadapi oleh setiap Muslim ketika melaksanakan salat. Penentuan arah Kiblat ini memiliki signifikansi yang sangat penting dalam praktik ibadah Islam, karena menghadap ke arah Kiblat merupakan salah satu syarat sahnya salat.

B. Dasar Hukum Arah Kiblat

1. Arah Kiblat dalam Al-Qur'an

a. Surah Al-Baqoroh ayat 144

³⁰ Harun Nasution, *Ensiklopedia Hukum Islam*, (Jakarta: Djambatan, 1992). Hlm 563.

³¹ Mochtar Effendy, *Ensiklopedia Agama dan Filsafat Vol. 5*, (Palembang: Univesitas Sriwijaya, 2001), Hlm. 49.

³² Muhyiddin Khazin, *Ilmu Falak dalam Teori dan Praktik*, (Yogyakarta: Buana Pustaka, 2008). Hlm 48.

قَدْ نَرَى تَقَلُّبَ وَجْهِكَ فِي السَّمَاءِ فَلَنُوَلِّيَنَّكَ قِبْلَةً تَرْضَاهَا فَوَلِّ وَجْهَكَ شَطْرَ الْمَسْجِدِ الْحَرَامِ وَحَيْثُ مَا كُنْتُمْ فَوَلُّوا وُجُوهَكُمْ شَطْرَهُ وَإِنَّ الَّذِينَ أُوتُوا الْكِتَابَ لَيَعْلَمُونَ أَنَّهُ الْحَقُّ مِنْ رَبِّهِمْ وَمَا اللَّهُ بِغَافِلٍ عَمَّا يَعْمَلُونَ

- “Sungguh Kami (sering) melihat mukamu menengadah ke langit, maka sungguh Kami akan memalingkan kamu ke Kiblat yang kamu sukai. Palingkanlah mukamu ke arah Masjid al-haram. Dan dimana saja kamu berada, palingkanlah mukamu ke arahnya. Dan sesungguhnya orang-orang (Yahudi dan Nasrani) yang diberi Al Kitab (Taurat dan Injil) memang mengetahui, bahwa berpaling ke Masjid al-haram itu adalah benar dari Tuhannya; dan Allah sekali-kali tidak lengah dari apa yang mereka kerjakan”.* (QS Al-Baqoroh 144)³³
- b. Surah Al-Baqoroh ayat 150

وَمِنْ حَيْثُ خَرَجْتَ فَوَلِّ وَجْهَكَ شَطْرَ الْمَسْجِدِ الْحَرَامِ وَحَيْثُ مَا كُنْتُمْ فَوَلُّوا وُجُوهَكُمْ شَطْرَهُ لئَلَّا يَكُونَ لِلنَّاسِ عَلَيْكُمْ حُجَّةٌ إِلَّا الَّذِينَ ظَلَمُوا مِنْهُمْ فَلَا تَحْشَوْهُمْ وَاخْشَوْنِي وَلَئِمَّ نِعْمَتِي عَلَيْكُمْ وَلَعَلَّكُمْ تَهْتَدُونَ

“Dan dari mana saja kamu keluar, maka palingkanlah wajahmu ke arah Masjid al-haram . Dan dimana saja kamu (sekalian) berada, maka palingkanlah wajahmu ke arahnya, agar tidak ada

³³ Lajnah Pentashihah Mushaf Al-Qur'an Balitbang Diklat Kemenag RI, Al-Qur'an: Al-Qur'an dan Terjemahannya, Jakarta: Balai Penerbitan Islam, 2007. Hlm 28.

*hujjah bagi manusia atas kamu, kecuali orang-orang yang alim di antara mereka. Maka janganlah kamu, takut kepada mereka dan takutlah kepada-Ku. Dan agar Kusempurnakan nikmat-Ku atasmu, dan supaya kamu mendapat petunjuk”. (QS Al-Baqoroh 150)*³⁴

2. Arah Kiblat dalam Hadits

a. Hadits Riwayat Imam Bukhari

حَدَّثَنَا مُسْلِمٌ قَالَ: حَدَّثَنَا هِشَامٌ قَالَ حَدَّثَنَا يَحْيَى بْنُ أَبِي كَثِيرٍ، عَنْ مُحَمَّدِ بْنِ عَبْدِ الرَّحْمَنِ عَنْ جَابِرٍ، قَالَ كَانَ رَسُولُ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ يُصَلِّي عَلَى رَاحِلَتِهِ حَيْثُ تَوَجَّهَتْ، فَإِذَا أَرَادَ الْفَرِيضَةَ نَزَلَ فَاسْتَقْبَلَ الْقِبْلَةَ (رواه البخاري)

*“Ber cerita Muslim, bercerita Hisyam, bercerita Yahya bin Abi Katsir dari Muhammad bin Abdurrahman dari Jabir berkata: Ketika Rasulullah SAW salat di atas kendaraan (tunggangannya) beliau menghadap ke arah sekehendak tunggangannya, dan ketika beliau hendak melakukan salat fardhu beliau turun kemudian menghadap kiblat.” (HR. Bukhari).*³⁵

b. Hadits Riwayat Imam Muslim

³⁴ Lajnah Pentashihah Mushaf Al-Qur'an Balitbang Diklat Kemenag RI, *Al-Qur'an: Al-Qur'an dan Terjemahannya*, Jakarta: Balai Penerbitan Islam, 2007, Hlm 29.

³⁵ Maktabah Syamilah versi 2.11, Muhammad Bin Ismail Bin Ibrahim Bin Mughirah Al Bukhari, Shahih Bukhari, Mesir: Mauqi'u Wazaratul Auqaf, t.t juz 2. Hlm 193.

حَدَّثَنَا أَبُو بَكْرِ بْنُ أَبِي شَيْبَةَ، حَدَّثَنَا عَفَّانُ، حَدَّثَنَا حَمَّادُ بْنُ سَلَمَةَ، عَنْ ثَابِتٍ، عَنْ أَنَسٍ أَنَّ رَسُولَ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ كَانَ يُصَلِّي نَحْوَ بَيْتِ الْمَقْدِسِ فَنَزَلَتْ (قَدْ نَرَى تَقَلُّبَ وَجْهِكَ فِي السَّمَاءِ فَلَنُوَلِّيَنَّكَ قِبْلَةً تَرْضَاهَا فَوَلِّ وَجْهَكَ شَطْرَ الْمَسْجِدِ الْحَرَامِ) فَمَرَّ رَجُلٌ مِنْ بَنِي سَلَمَةَ وَهُمْ رُكُوعٌ فِي صَلَاةِ الْفَجْرِ وَقَدْ صَلَّوْا رَكْعَةً فَنَادَى أَلَا إِنَّ الْقِبْلَةَ قَدْ حُوِّلَتْ فَمَالُوا كَمَا هُمْ نَحْوَ الْقِبْلَةِ. (رواه مسلم)

“Ber cerita Abu Bakar bin Abi Syaibah, bercerita Affan, bercerita Hammad bin Salamah, dari Tsabit dari Anas: “Bahwa sesungguhnya Rasulullah SAW (pada suatu hari) sedang salat dengan menghadap Baitul Maqdis, kemudian turunlah ayat “Sesungguhnya Aku melihat mukamu sering menengadah ke langit, maka sungguh kami palingkan mukamu ke kiblat yang kamu kehendaki. Palingkanlah mukamu ke arah Masjidil Haram”. Kemudian ada seseorang dari Bani Salamah bepergian, menjumpai sekelompok sahabat sedang ruku’ pada salat fajar. Lalu ia menyeru, “Sesungguhnya kiblat telah berubah.” Lalu mereka berpaling seperti kelompok nabi yakni ke arah kiblat”. (HR. Muslim)³⁶

Hadis tersebut berkaitan erat dengan peristiwa turunnya Surat Al-Baqarah ayat 144 yang

³⁶ Maktabah Syamilah versi 2.11, Muslim Bin Hajjaj Abu Hasan Qusyairi An Naisabury, Shahih Muslim, Mesir: Mauqi’u Wazaratul Auqaf, t.t juz 3. Hlm 443.

menjelaskan perubahan arah kiblat umat Islam dari Baitul Maqdis di Palestina ke Ka'bah di Mekah. Peristiwa ini terjadi ketika Nabi Muhammad tengah menjalankan dakwah di Madinah. Selama periode awal di Madinah, umat Islam diperintahkan untuk menghadap Baitul Maqdis dalam shalat mereka selama kurang lebih 16 bulan. Namun, pada suatu waktu, Nabi Muhammad memanjatkan doa kepada Allah SWT dengan harapan adanya perubahan arah kiblat. Doa tersebut kemudian direspon dengan turunnya wahyu berupa Q.S. Al-Baqarah ayat 144, yang menginstruksikan Nabi dan umat Islam untuk menghadap kiblat ke arah Masjidil Haram di Mekah. Perubahan ini menandai momen penting dalam sejarah Islam.

3. Pendapat Ulama tentang arah kiblat

Kesepakatan ulama bahwa menghadap kiblat ketika mengerjakan sholat di sekitar masjidil haram dan mampu melihat Ka'bah secara langsung adalah wajib secara presisi (*'ain al-ka'bah*). Namun, para ulama berbeda pendapat dalam masalah menghadap kiblat bagi orang yang jauh dari masjidil haram atau Makkah.

a. Imam Syafi'i

Pendapat dari ulama syafi'iyah, menghadap kiblat merupakan syarat sah ketika melaksanakan sholat, kecuali dalam keadaan perang (*Khouf*) dan sholat sunnah dalam kendaraan.³⁷ Bagi orang yang berada di masjidil haram, maka wajib hukumnya menghadap ke bangunan Ka'bah Ketika melaksanakan sholat. Dan bagi orang yang jauh, yang tidak bisa melihat Ka'bah, maka cukup menghadap kearahnya saja Ketika sedang melaksanakan sholat.³⁸

Imam syafi'I menegaskan dalam kitab *al-Umm*, mengenai masalah dalam menghadap kiblat yang terbagi menjadi dua cara. Pertama, bagi orang yang mampu melihat Ka'bah atau Ketika berada di Makkah, maka harus menghadap kiblat dengan benar. Dan bagi yang tidak mampu melihat ka'bah karena penyakit buta, maka ia sholat menghadap dengan bantuan orang lain, dan apabila tidak menemukan orang yang mampu membantunya, maka ia tetap sholat dan mengulanginya ketika sudah ada yang dapat membenarkan arah kiblatnya.³⁹

³⁷ Abi Ishak Ibrahim bin Ali bin Yusuf, *Al-Muhadzdzab fi Fiqh al-Imam al-Syafi'I* (Beirut: dar al-fikr, t.t.), Hlm 67.

³⁸ Abi al-Hasan Ali bin Muhammad bin Habib, *Al-Hawi al-Kabir*, Juz II, (Beirut: Dar Kutub al-Ilmiyah, 1994), hlm. 67 – 69.

³⁹ Muhammad bin Idris as-Syafi'I, *al-Umm*, Juz I, (Jakarta: Faizan, 1982), Hlm. 93 – 94.

Kedua, bagi yang tidak bisa melihat ka'bah atau ketika berada di luar Makkah maka boleh baginya mengerjakan sholat dengan berijtihad untuk mencari arah Ka'bah dengan benar, dengan petunjuk matahari, bulan, Bintang-bintang, hembusan angin dan apa saja yang dapat menjadi petunjuk arah kiblat.⁴⁰

b. Imam Maliki

Ulama Malikiyah berpendapat bahwa menghadap kiblat adalah wajib ketika melaksanakan sholat.⁴¹ Bagi orang yang berada di Makkah dan sekitarnya wajib hukumnya menghadapkan seluruh badannya ke bangunan ka'bah. Adapun bagi orang yang jauh dari Ka'bah, maka cukup dengan menghadap ke arahnya saja.⁴²

c. Imam Hanafi

Pendapat ulama hanafiyah mengenai masalah kiblat dalam sholat adalah wajib hukumnya menghadap kiblat bagi orang yang dapat melihat bangunan ka'bah secara langsung, dan bagi orang

⁴⁰ Muhammad bin Idris as-Syafi'I, *al-Umm*, Hlm. 84.

⁴¹ Muhammad Zarqowi, *Syarh al-Zarqowi ala Muwatha' al-Imam Malik*, Juz I, (Beirut: Dar al-Fikr, t.t.), Hlm. 396.

⁴² Abdul Rahman al-Jazari, *al-Fiqh 'ala Madzahib al-arba'ah*, Juz I, (Beirut: Dar al-kutub al-Ilmiyah, 1990), Hlm. 194.

yang tidak bisa melihat secara langsung maka cukup baginya menghadapkan wajahnya ketika sholat ke arahnya saja dengan melalui ijtihad.⁴³

d. Imam Hambali

Pendapat dari ulama hanabilah adalah orang yang melaksanakan sholat wajib maupun sunnah, selain dalam keadaan perang (*Khouf*) dan dalam perjalanan, maka wajib hukumnya menghadap ke bangunan Ka'bah ketika mampu melihatnya. Apabila Lokasi seseorang itu jauh yang mengakibatkan tidak bisa melihat Ka'bah, maka hanya harus berijtihad untuk mengarahkan wajahnya kearah Ka'bah.

Berpegang pada hadis yang diriwayatkan Ibnu Majah, beliau Rasulullah SAW bersabda :

ما بين المشرق و المغرب قبله⁴⁴

“apa yang berada di antara arah timur dan arah barat adalah kiblat” (Hadis Riwayat al-Tirmidzi dan Ibnu Majah)

Hadis di atas menunjukkan secara jelas bahwa diantara keduanya adalah kiblat. Jika diwajibkan melihat bangunan fisik ka'bah, maka banyak umat

⁴³ Abdul Rahman al-Jazari, *al-Fiqh 'ala Madzahib al-arba'ah*, Hlm. 195 – 196.

⁴⁴ Muhammad bin Isa Al-Tirmidzi, *al-Jami' al-Kabir*, Juz II, (Beirut: Dar al-Garb al-Islami, 1996), Hlm. 373.

islam yang sholatnya tidak sah karena tidak dapat melihat Ka'bah secara langsung.

Berdasarkan pendapat ulama-ulama madzhab di atas dapat disimpulkan bahwa '*Ain al-Ka'bah* diperuntukan bagi yang dapat melihat bangunan fisik Ka'bah dan *Jihat al-Ka'bah* bagi yang tidak dapat melihat Ka'bah, yang sebenarnya memiliki tujuan untuk menghadap Ka'bah di Makkah. Dan ini dapat dilihat dari adanya kewajiban berijtihad untuk menemukan arah kiblat.

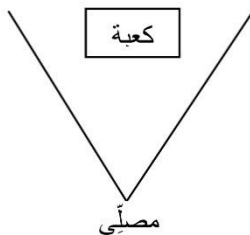
C. Toleransi Penyimpangan Arah Kiblat

Terkait toleransi menghadap arah kiblat para ulama memiliki pandangan masing-masing, ada yang menyebutkan dengan menggunakan nilai pasti, dan ada yang tidak menyebutkan tetapi mengisyaratkan adanya toleransi terkait menghadap kiblat. Syekh Nawawi al-Bantani menjelaskan bahwa menghadap kiblat adalah wajib hukumnya secara mutlak dan bagi orang yang jauh wajib memperkirakannya dengan *dhan* (dugaan)⁴⁵.

Syekh Nawawi juga menjelaskan menurut pandangan imam Hanafi bahwa menghadap kiblat bagi

⁴⁵ Muhammad Nawawi al-Bantani, *Maraq al-Ubudiyyah*, (Indonesia: Haramain, t.t.), Hlm. 44.

orang yang jauh dari ka'bah diibaratkan sepereti *Musallas*. Meskipun menyimpang dari kiblat (tidak menghadap keseluruhan) maka diperbolehkan agak ke kanan atau ke kiri dari arah kiblat yang sebenarnya⁴⁶. Hal ini juga diperkuat oleh syekh Muhammad Yasin bahwa toleransi menghadap kiblat sebesar 90°, yakni 45° ke arah kanan dan 45° ke arah kiri dari arah kiblat sebenarnya⁴⁷. Adapun Kaidah *Musallas* dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 2.1. Kaidah *Musallas*⁴⁸.

Dalam kaidah *musallas* terdapat toleransi arah menghadap dari kanan Ka'bah atau dari kiri Ka'bah. Meskipun memiliki sedikit penyimpangan dari arah

⁴⁶ Muhammad Nawawi al-Bantani, *Maraq al-Ubudiyyah*, Hlm. 44.

⁴⁷ Muhammad Yasin bin Isa al-Fadani, *Syarah Samrat al-Wasilah*, (Mesir: Dar al-Thaba'ah, t.t.), Hlm. 55.

⁴⁸ Muhammad Amin ibn Umar Abidin, *Raddul Muhtar 'ala ad-Dur al-Mukhtar*, Juz 1, (Riyad: Dar 'alam al-Kutub, 2003), Hlm. 110.

sebenarnya, tetapi hal tersebut masih dianggap sah dalam menghadap kiblat.

D. Metode Penentuan Arah Kiblat

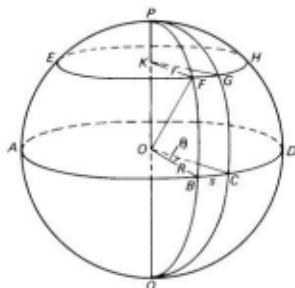
1. Azimuth Kiblat

Masalah kiblat berkaitan dengan penentuan arah, yaitu arah menuju Ka'bah di Mekah. Arah tersebut dapat ditentukan dari setiap lokasi dipermukaan bumi. Untuk mengetahui arah kiblat, diperlukan proses perhitungan dan pengukuran. Perhitungan ini bertujuan untuk memastikan posisi Ka'bah relatif terhadap suatu titik di bumi. Dalam proses penentuan ini, digunakan ilmu ukur segitiga bola (*spherical trigonometry*), karena bumi dianggap berbentuk seperti bola.⁴⁹ Pendekatan ini memungkinkan perhitungan yang akurat dalam menentukan arah kiblat dari berbagai tempat di dunia.

Jika kita memperhatikan sebuah bola, kita akan menyadari bahwa bola (*sphere*) adalah objek tiga dimensi yang memiliki ciri khas, yaitu jarak antara setiap titik dipermukaannya dengan titik pusat selalu konstan. Permukaan bola tersebut memiliki dua dimensi. Karena bentuk bumi mirip dengan bola, penentuan arah dari satu lokasi (misalnya masjid) ke lokasi lain (misalnya Ka'bah)

⁴⁹ Muhyiddin Khazin, *Al-Masail Al-Fiqhiyah* (Jakarta: Pustaka Ilmu, 2015). Hlm 18.

dapat dilakukan dengan menganggap bumi sebagai bola. Posisi dipermukaan bumi pun bisa dianalogikan dengan posisi dipermukaan bola, Seperti gambar berikut :⁵⁰



Gambar 2.2 Koordinat Bumi:
Segitiga bola ilustrasi

Untuk mengenal ilmu ukur segitiga bola maka kita harus mengenal beberapa definisi yang penting untuk diketahui. Pada gambar di samping lingkaran ABCDA adalah lingkaran besar dimana yang dimaksud lingkaran besar (*great circle*) adalah irisan bola yang melewati titik pusat O.⁵¹

Dengan kata lain lingkaran besar adalah lingkaran yang titik pusatnya melalui atau berhimpit titik pusat bola. Jika irisan bola tidak melewati titik pusat O atau tidak berhimpit

⁵⁰ Eramuslim, "Segitiga Bola dan Arah Kiblat," diakses pada 17 Januari 2025, <https://www.erasuslim.com/peradaban/ilmu-hisab/segitiga-bola-dan-arrah-kiblat/>.

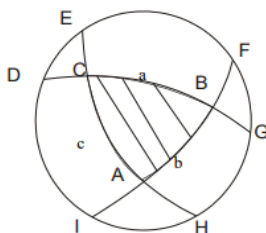
⁵¹ <http://www.erasuslim.com/syariah/ilmu-hisab/segitiga-bola-dan-arrah-kiblat.htm>, diakses tanggal 5 Januari 2025 pukul 13.12 WIB

pada titik pusat bola disebut lingkaran kecil (*small circle*). Dalam gambar tersebut yang termasuk dalam lingkaran kecil adalah lingkaran EFGHE.

Secara umum, segitiga bola didefinisikan sebagai daerah segitiga yang sisi-sisinya merupakan busur-busur lingkaran besar. Maka apabila salah satu sisinya merupakan lingkaran kecil, tidak bisa dinyatakan sebagai segitiga bola. Sebagaimana konsep dasar ilmu ukur segitiga bola⁵² yang menyatakan:

Jika tiga buah lingkaran besar pada permukaan sebuah bola saling berpotongan, terjadilah sebuah segitiga bola. Ketiga titik potong yang berbentuk merupakan titik sudut A, B, dan C. Sisi-sisinya dinamakan berturut-turut a, b, dan c yaitu yang berhadapan dengan sudut A, B, dan C.

Konsep tersebut dapat dilihat pada gambar berikut ini:⁵³



Gambar 2.2 Koordinat Bumi:
Segitiga bola ilustrasi

⁵² Ahmad Izzuddin, Ilmu Falak Praktis, (Semarang: Pustaka Rizki Putra). Hlm 27.

⁵³ Eramuslim, "Segitiga Bola dan Arah Kiblat," diakses pada 17 Januari 2025, <https://www.eramuslim.com/peradaban/ilmu-hisab/segitiga-bola-dan-arrah-kiblat/>.

Ketiga bagian lingkaran berpotongan di titik A, B, dan C, adapun daerah yang dibatasi oleh ketiga busur lingkaran besar itu dinamakan segitiga ABC. Busur AB, BC, dan CA adalah sisi-sisi segitiga bola ABC. Sedangkan sisi-sisi segitiga bola dinyatakan dengan huruf A, B, dan C.

Sedangkan dalam perhitungan arah kiblat kita membutuhkan 3 titik, yaitu:

1. Titik A, yang terletak pada lokasi tempat yang akan ditentukan arah kiblatnya.
2. Titik B, terletak di Ka'bah (Mekah).
3. Titik C, terletak di titik kutub utara.

Dua titik diantara ketiganya adalah titik yang tetap (tidak berubah-ubah) yaitu titik B dan C, sedangkan titik A senantiasa berubah, tergantung tempat yang akan ditentukan kiblatnya, baik di utara ekuator atau di sebelah selatan.⁵⁴

Berikut Ilustrasinya :⁵⁵



Gambar 2.3 Trigonometri
Ilustrasi penentuan arah Kiblat.

⁵⁴ Hafid, 'Penentuan Arah Kiblat', makalah disampaikan pada pelatihan penentuan arah kiblat Jakarta 15 April 2007

⁵⁵ Abu Sabda, Ilmu Falak Rumusan Syar'I dan Astronomi Waktu Shalat dan Arah Kiblat, (Bandung: Persis Pers, 2020). Hlm 112.

Bila titik-titik tersebut dihubungkan dengan garis lengkung pada lingkaran besar, maka terjadilah segitiga bola ABC, seperti gambar di samping ini:

Adapun busur garis yang berada di depan titik A adalah $(90^\circ - \varphi k)$ dan disebut sisi a, sedangkan busur garis di depan titik B adalah $(90^\circ - \varphi x)$ disebut sisi b, di mana φk dan φx adalah posisi lintang Ka'bah dan lokasi yang dihitung.

Sedangkan busur di depan sudut C disebut sisi c. Sehingga bisa dikatakan perhitungan arah kiblat adalah suatu perhitungan untuk mengetahui berapa besar nilai sudut A (sudut kiblat), yakni sudut yang diapit oleh sisi b dan sisi c. Maka rumus untuk mengetahui nilai sudut A,⁵⁶ yaitu:

$$\cotan B = \frac{\cos \varphi x \tan \varphi m}{\sin(\lambda x - \lambda m)} - \sin \varphi x \cdot \cotan(\lambda x - \lambda m)$$

Dalam menentukan jarak terdekat dari daerah lokasi ke Ka'bah, maka kita harus mengetahui:

Jika $\lambda = 00^\circ 00'$ s.d $39^\circ 49' 34,56''$ BT, maka $C = 39^\circ 49' 34,56'' - \lambda$

Jika $\lambda = 39^\circ 49' 34,56''$ s.d $180^\circ 00'$ BT, maka $C = \lambda - 39^\circ 49' 34,56''$

Jika $\lambda = 00^\circ 00'$ s.d $140^\circ 10'$ BB, maka $C = \lambda + 39^\circ 49' 34,56''$

Jika $\lambda = 140^\circ 10'$ s.d $180^\circ 00'$ BB, maka $C = 320^\circ 10' - \lambda$

Berdasarkan teori yang disebutkan di atas, maka rumus segitiga bola dapat digunakan ke berbagai tempat di permukaan bumi dalam menentukan arah kiblat. Dalam metode penentuan arah kiblat tersebut, dapat diketahui dengan menghitung azimuth kiblat dan dengan mengetahui posisi matahari.

2. Roshdul Kiblat

Metode roshdul kiblat yang dapat dilakukan setiap hari di Lokasi manapun. Roshdul kiblat harian mengalami perubahan waktu setiap hari karena pengaruh dari deklinasi matahari yang setiap harinya berubah-ubah. Ketika matahari berada di utara garis khatulistiwa (21 Maret Sampai 23 September) roshdul kiblat di Indonesia terjadi setelah Dzuhur (12.50 Sampai 17.00) dan ketika matahari berada di Selatan garis khatulistiwa (23 September Sampai 23 Maret) roshdul kiblat di Indonesia terjadi sebelum Dzuhur (07.30 Sampai 12.50).⁵⁷

Adapun rumus perhitungan roshdul kiblat yaitu :

$$\text{Cotg } A = \sin \phi \times \sin \text{Arah Kiblat}$$

$$\cos B = \tan \delta \times \text{Cotg } \phi \times \cos A$$

⁵⁷ A. Jamil, dkk, “Metode Penentuan Arah Kiblat dengan Posisi Matahari”, Istimbath: Jurnal Hukum, Hlm. 8.

selanjutnya, jika lintang dan arah kiblat sama positif atau negatif maka rumus $12 - ((A - B) / 15)$. Dan jika hasil lintang dan arah kiblat berbeda maka rumusnya $(A + B) / 15 + 12$. Lalu disesuaikan dengan waktu setempat.⁵⁸

E. Penentuan Arah Kiblat Menggunakan Instrumen

1. Digitalisasi dan Penggunaan Teknologi dalam Penentuan Arah Kiblat

Penentuan arah kiblat dengan dukungan teknologi merupakan pengembangan dari metode tradisional yang telah ada sebelumnya, namun menawarkan tingkat akurasi dan detail yang lebih tinggi. Perkembangan teknologi yang pesat telah mendorong terciptanya berbagai perangkat dan alat yang mampu melakukan survei serta perhitungan secara cepat dan efisien, termasuk dalam menentukan arah kiblat.

Kemajuan di bidang teknologi komputer dan pemrograman telah mendorong digitalisasi instrumen penunjuk kiblat. Contohnya adalah aplikasi kompas berbasis Android. Selain itu, perkembangan teknologi peta dunia kini memungkinkan penggunaan format 3D berbasis satelit, seperti yang tersedia di *Google Earth*. Tidak hanya itu, terdapat pula perangkat lunak astronomi seperti *Starry Night* dan *Stellarium*, yang menyajikan data astronomis lengkap,

⁵⁸ Azhar Latif Nashiran, *Ilmu Falak : Lembaga Pengembangan Bakat Program Khusus Ilmu Falak*, (Kudus: Madrasah TBS Kudus, 2012).

termasuk posisi dan jarak benda-benda langit. Khusus untuk penentuan arah kiblat, berbagai perangkat lunak telah dikembangkan, seperti *Qibla Locator*, Program Mawaqit 2001, dan *Accurate Time*.⁵⁹

Digitalisasi ini juga terlihat pada pemanfaatan mikrokontroler seperti Arduino, serta aplikasi smartphone seperti GPS Test, Qibla Finder, dan Compass Android. Kemajuan ini merupakan hasil dari pengembangan dalam teknologi komputer dan bahasa pemrograman, yang memungkinkan pembuatan perangkat lunak dan aplikasi digital. Berbagai program seperti Microsoft Excel untuk pengolahan data, serta bahasa pemrograman seperti HTML, C, C++, Visual Basic, dan Java, turut berkontribusi dalam transformasi ini. Digitalisasi ini juga didukung oleh berbagai sistem operasi seperti Windows, *Macintosh*, dan Linux.

Berdasarkan perkembangan tersebut, penelitian ini akan mengembangkan instrumen penunjuk arah kiblat yang terintegrasi dengan mikrokontroler Arduino, instrument yang dimaksud memiliki fungsi seperti theodolite dalam menentukan arah kiblat dengan menggunakan matahari. Adapun cara kerja instrument tersebut pertama kali adalah membidik azimuth matahari sesuai dengan perhitungan,

⁵⁹ Muhammad Thoyfur, "Formulasi Raşdul Qiblat Lokal Dalam Qibla Diagram", (Skripsi, UIN Walisongo Semarang, 2019). Hlm 51.

setelah itu akan otomatis membidik dimana azimuth kiblat berada.

2. Data Perhitungan Dalam Sun Guide

Instrumen yang dikembangkan dalam penelitian ini menggunakan data perhitungan Matahari yang berasal dari VSOP87 Theory.⁶⁰ VSOP87 Theory merupakan model matematis yang digunakan untuk menghitung posisi planet dan Matahari dengan tingkat akurasi tinggi. Model ini dikembangkan oleh Pierre Bretagnon dan Jean-Louis Simon dari Bureau des Longitudes di Prancis dan telah menjadi standar dalam berbagai penelitian astronomi.

Data yang dihasilkan dari VSOP87 Theory memiliki akurasi yang sangat tinggi, sehingga banyak digunakan dalam bidang ilmu falak untuk menentukan posisi Matahari dan planet lainnya secara lebih presisi. Keunggulan utama model ini dibandingkan teori sebelumnya adalah kemampuannya dalam mengakomodasi berbagai suku koreksi yang mencapai 2425 suku, sehingga kesalahannya lebih kecil dari 0,01 detik busur. Dengan tingkat ketelitian ini, data dari VSOP87 Theory menjadi pilihan utama dalam penelitian ini untuk memastikan akurasi perhitungan arah kiblat.

⁶⁰ Pierre Bretagnon dan Jean-Louis Simon, “VSOP87: A Comprehensive Theory of Planetary Motions,” (Astronomy and Astrophysics, 1995). Hlm. 611-615.

Perhitungan Data Matahari Dalam implementasinya, perhitungan data Matahari dalam instrumen ini mencakup beberapa tahapan utama sebagai berikut:

a. Menghitung Julian Day

Julian Day merupakan langkah awal dalam perhitungan data astronomi. Sistem penanggalan ini memiliki keunggulan dibandingkan kalender Masehi karena bersifat kontinu dan tidak memiliki variasi dalam jumlah hari setiap bulan atau tahun kabisat. Sistem ini pertama kali diperkenalkan oleh Joseph Scaliger pada abad ke-16⁶¹ dan kini menjadi standar dalam berbagai perhitungan astronomi.

Dalam sistem Julian Day, hari dihitung dalam satuan hari penuh sejak 1 Januari 4713 SM dalam kalender Julian pada tengah malam waktu Greenwich. Format ini memberikan kemudahan dalam melakukan perhitungan astronomi karena menghindari kompleksitas yang muncul akibat perubahan jumlah hari dalam berbagai sistem kalender. Oleh karena itu, konversi waktu ke dalam Julian Day menjadi tahap awal yang penting dalam memperoleh data Matahari yang akurat.

b. Menghitung Data Matahari

Data-data Matahari dalam VSOP87 Theory dihitung dengan menggunakan metode deret Fourier yang memungkinkan representasi yang lebih akurat terhadap

⁶¹ Joseph Scaliger, "*De Emendatione Temporum*," (Leiden: 1583).

gerakan benda langit.⁶² Dengan adanya 2425 suku koreksi, perhitungan posisi Matahari menggunakan teori ini memiliki ketelitian yang sangat tinggi hingga lebih kecil dari 0,01 detik busur.⁶³

Selain itu, VSOP87 Theory juga memungkinkan perhitungan posisi Matahari dalam berbagai sistem koordinat, baik geosentrik maupun heliosentrik. Dengan demikian, metode ini memberikan fleksibilitas dalam menentukan posisi Matahari dengan berbagai pendekatan yang sesuai dengan kebutuhan penelitian ini.

c. Menghitung Deklinasi Matahari, Equation of Time, dan Sudut Waktu Matahari

Deklinasi Matahari, Equation of Time, dan Sudut Waktu Matahari merupakan parameter penting dalam perhitungan arah kiblat. Deklinasi Matahari adalah sudut antara garis ekuator langit dan posisi Matahari pada suatu waktu tertentu. Parameter ini berubah setiap hari akibat kemiringan sumbu rotasi Bumi terhadap orbitnya mengelilingi Matahari.⁶⁴

Sementara itu, Equation of Time merupakan selisih antara waktu Matahari sebenarnya (*apparent solar time*) dan waktu Matahari rata-rata (*mean solar time*). Nilai ini bervariasi

⁶² Jean-Louis Simon, “*Fourier Series in Celestial Mechanics*,” (Celestial Mechanics and Dynamical Astronomy, 1989). Hlm. 1-20.

⁶³ Pierre Bretagnon & Jean-Louis Simon, *Planetary Theories in Rectangular and Spherical Variables VSOP87*, Astronomy & Astrophysics, 177 (1986). Hlm 155-167.

⁶⁴ Oliver Montenbruck & Thomas Pfleger, *Astronomy on the Personal Computer* (Springer-Verlag, 2000).

sepanjang tahun akibat bentuk elips pada orbit Bumi dan kemiringan sumbu rotasi Bumi. Sudut Waktu Matahari dihitung berdasarkan selisih antara waktu lokal dan waktu saat Matahari melewati meridian utama.⁶⁵ Parameter ini sangat penting dalam menentukan posisi Matahari secara lebih akurat.

Dalam penelitian ini, perhitungan azimuth Matahari pada waktu tertentu dilakukan menggunakan metode *Spherical Trigonometry*. Metode ini memungkinkan perhitungan posisi Matahari dan kiblat secara lebih akurat dengan menggunakan koordinat geografis lokasi pengamat. Semua perhitungan ini diimplementasikan dalam bahasa pemrograman C++, yang merupakan bahasa pemrograman utama dalam Arduino. Pemilihan C++ didasarkan pada efisiensi dan kompatibilitasnya dengan sistem mikrokontroler yang digunakan dalam instrumen ini.

Implementasi Perhitungan dalam Sistem Arduino Dalam instrumen ini, semua perhitungan astronomi diimplementasikan dalam sistem berbasis Arduino. Arduino dipilih karena kemampuannya dalam menangani perhitungan real-time serta kemudahan integrasi dengan berbagai sensor dan modul tambahan. Data hasil perhitungan disimpan dalam

⁶⁵ Peter Duffett-Smith, *Practical Astronomy with Your Calculator or Spreadsheet* (Cambridge University Press, 1992).

memori mikrokontroler dan dapat digunakan untuk menentukan arah kiblat secara otomatis.

Selain itu, perangkat lunak yang dikembangkan dalam Arduino memungkinkan pengguna untuk mengakses hasil perhitungan secara langsung melalui tampilan antarmuka atau aplikasi pendukung. Dengan demikian, sistem ini dapat bekerja secara mandiri tanpa memerlukan perangkat tambahan seperti komputer atau kalkulator astronomi.

BAB III

RANCANG BANGUN SUN GUIDE DALAM PENENTUAN ARAH KIBLAT

A. Sejarah Singkat Arduino

Arduino berawal dari sebuah tesis yang disusun oleh Hernando Barragan di Institute Ivrea, Italia, pada tahun 2005. Tesis tersebut dikembangkan oleh Massimo Banzi dan David Cuartielles dengan nama "*Arduin of Ivrea*," yang kemudian diubah menjadi "Arduino," sebuah kata dalam bahasa Italia yang berarti "teman yang berani." Tujuan awal dari pengembangan Arduino adalah menciptakan perangkat yang lebih sederhana dan terjangkau dibandingkan perangkat yang ada pada saat itu. Perangkat ini dirancang untuk memudahkan siswa dalam membuat proyek desain dan interaksi.

Hingga kini, tim pengembang Arduino meliputi Massimo Banzi, David Cuartielles, Tom Igoe, Gianluca Martino, David Mellis, dan Nicholas Zambetti. Mereka menetapkan empat prinsip utama Arduino, yaitu:

1. Harga terjangkau cocok untuk berbagai kalangan.
2. Kompatibilitas lintas platform dapat digunakan di sistem operasi seperti Windows, Linux, dan Mac.

3. Kesederhanaan menggunakan bahasa pemrograman yang mudah dipelajari oleh orang awam, tidak terbatas pada kalangan teknisi.
4. *Open Source* baik hardware maupun software bersifat terbuka sejak tahun 2011. Bahkan ratusan ribu perangkat Arduino telah digunakan di seluruh dunia. Bahkan, perusahaan-perusahaan besar turut memanfaatkan Arduino dalam berbagai proyek mereka. Misalnya, Google menggunakan Arduino untuk *Accessory Development Kit*, NASA memanfaatkannya dalam proses *prototyping*, dan *Large Hadron Collider* menggunakannya untuk pengumpulan data.⁶⁶

Sifat Open-Source Arduino memungkinkan pengembangannya berlangsung pesat, sehingga memunculkan perangkat serupa seperti *DFRduino*, *Freeduino*, dan produk lokal seperti *SENTSOR Uno Plus*, *CipaDuino*, *MurmerDuino*, hingga *AViShaDuino*. Pihak resmi Arduino telah meluncurkan berbagai jenis Arduino, mulai dari Arduino Uno yang paling umum digunakan hingga model canggih berbasis *ARM Cortex* yang menyerupai Mini PC.

B. Jenis-jenis Arduino

1. Arduino Uno

⁶⁶ Dani Sasmoko, *Arduino dan Sensor pada Project Arduino DIY* (Yogyakarta: Yayasan Prima, 2021). Hlm. 3.



Gambar 3.1 Board Arduino Uno
(Sumber: www.google.com)

Jenis yang ini adalah yang paling banyak digunakan. Terutama untuk pemula sangat disarankan untuk menggunakan Arduino Uno. Banyak sekali referensi yang membahas Arduino Uno. Versi yang terakhir adalah Arduino Uno R3 (Revisi 3), menggunakan *ATMEGA328* sebagai pengendali mikronya, memiliki 14 pin I/O digital dan 6 pin input analog. Untuk pemrograman cukup menggunakan koneksi USB type A to To type B. Sama seperti yang digunakan pada USB printer.

2. Arduino Due

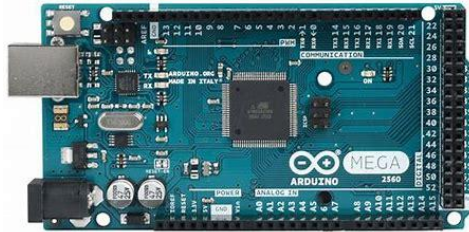


Gambar 3.2 Arduino due
(Sumber: www.google.com)

Berbeda dengan saudaranya, Arduino Due tidak menggunakan *ATMEGA*, melainkan dengan chip yang lebih

tinggi *ARM Cortex CPU*. Memiliki 54 I/O pin digital dan 12 pin input analog. Untuk pemrogramannya menggunakan Micro USB, terdapat pada beberapa handphone.

3. Arduino Mega



Gambar 3.3 Arduino mega
(Sumber: www.google.com)

Mirip dengan Arduino Uno, sama-sama menggunakan USB type A to B untuk pemrogramannya. Tetapi Arduino Mega, menggunakan Chip yang lebih tinggi *ATMEGA2560*. Dan tentu saja untuk Pin I/O Digital dan pin input Analognya lebih banyak dari Uno.

4. Arduino Leonardo

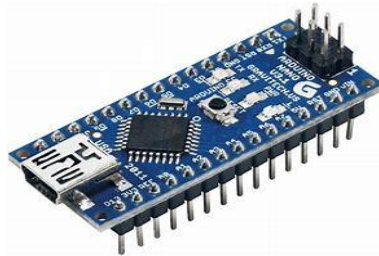


Gambar 3.4 Arduino Leonardo
(Sumber: www.google.com)

Bisa dibilang Leonardo adalah saudara kembar dari Uno. Namun banyaknya pin I/O digital, pin input Analog, dan input output PWM berbeda dari Arduino Uno. Hal ini dikarenakan Arduino Leonardo menggunakan pengendali mikro *ATmega32u4*.

ATMega32u4 ini telah memiliki fitur komunikasi USB yang terintegrasi, sehingga pada Arduino Leonardo tidak memerlukan tambahan pengendali mikro pengatur komunikasi USB ke TTL Serial seperti yang terdapat pada board Arduino Uno yang menggunakan tambahan *ATMEGA16U2* disamping *ATMEGA328P*. Dengan *ATMega32u4*, memungkinkan Arduino Leonardo untuk berkomunikasi sebagai keyboard atau mouse dengan protokol USB-HID menggunakan pustaka keyboard.

5. Arduino Nano



Gambar 3.5 Arduino Nano
(Sumber: Dokumen pribadi penulis)

Sepertinya namanya, Nano yang berukuran kecil dan sangat sederhana ini, menyimpan banyak fasilitas. Sudah

dilengkapi dengan FTDI untuk pemograman lewat Micro USB. 14 Pin I/O Digital, dan 8 Pin input Analog (lebih banyak dari Uno). Dan ada yang menggunakan *ATMEGA168*, atau *ATMEGA328*.

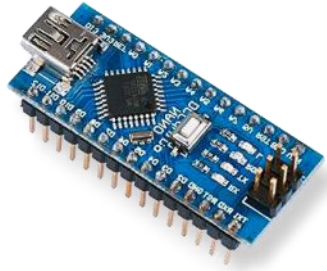
C. Komponen Instrumen *Sun Guide*

Instrumen *Sun Guide* yang penulis rancang terdiri dari beberapa komponen sebagai berikut:

1. Arduino Nano

Jenis Arduino yang digunakan dalam pembuatan sun guide adalah jenis Arduino nano. Arduino Nano adalah salah satu jenis papan mikrokontroler yang berukuran kecil, ringan, dan sangat cocok untuk proyek yang membutuhkan ruang terbatas yang menggunakan mikrokontroler *ATmega328* (untuk versi klasik) atau *ATmega328P* dan berbasis platform *open-source* Arduino. Dan untuk menghubungkannya ke sebuah computer dapat menggunakan mikro usb.⁶⁷ Selain itu bisa juga menggunakan baterai atau power bank untuk mengaktifkannya. Dalam penggunaanya modul Arduino UNO disandingkan dengan sebuah bahasa pemograman C yang dituliskan menggunakan IDE (*Integrated Development Environment*).

⁶⁷ Habib Hafidz, "Perancangan otomatis konveyor pemisah produk berdasarkan warna berbasis arduino nanodi pt. Jonan indonesia", *Journal Of Vocational Education* (Vol.1 No.1 Tahun 2022), 4.



Gambar 3.6 Arduino Nano
(Sumber: Dokumen pribadi penulis)

2. GPS NEO6M UBLOX

GPS NEO6M UBLOX berfungsi sebagai penerima data GPS⁶⁸ yang menangkap sinyal dari satelit navigasi dan memproses data lokasi. GPS NEO6M UBLOX dapat mendeteksi data lintang (latitude) dan bujur (longitude) suatu titik lokasi. Karena cara kerja GPS berdasarkan sinyal satelit maka penggunaannya disarankan di tempat terbuka, Jika dilakukan di dalam ruangan maka GPS tidak dapat bekerja secara optimal dan akurat.



Gambar 3.7 GPS NEO6M UBLOX

⁶⁸ Gps (Global Positioning System) adalah sistem yang digunakan untuk menentukan lokasi di permukaan Bumi dengan bantuan penyalarsan sinyal satelit. El-Rabbany Ahmed, Introduction to GPS (Buston: Artech House, 2002)

(Sumber: Dokumen pribadi penulis)

3. Module LCD16X2+12C

LCD atau *Liquid Crystal Display* adalah jenis media tampilan yang digunakan untuk menampilkan gambar atau teks, seperti pada layar komputer atau televisi. Modul LCD dilengkapi dengan mikrokontroler yang memiliki memori dan register untuk mengatur visualisasi karakter pada layar LCD.⁶⁹ Penulis menggunakan LCD tipe 16x2+I2C, yang mampu menampilkan 16 karakter secara horizontal dan 2 karakter secara vertical. Selain itu, pada module lcd ini hanya menggunakan 2 pin yang selaras dengan Arduino nano mengingat karena ukurannya yang cukup simple dan kecil.



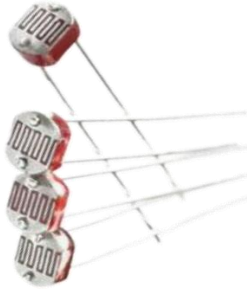
Gambar 3.8 Module LCD16X2+12C
(Sumber: Dokumen pribadi penulis)

4. Sensor LDR

Sensor LDR (*Light Dependent Resistor*) adalah jenis sensor cahaya yang berfungsi untuk mendeteksi intensitas cahaya di sekitarnya. Komponen utama dari

⁶⁹ Tri Widodo dkk, “Sistem Sirkulasi Air pada Teknik Budidaya Bioflok Menggunakan Mikrokontroler Arduino UNO R3”, *Jurnal Teknik dan Sistem Komputer* (Vol. 1 no. 2 Tahun 2020), 35.

LDR adalah resistor yang nilai resistansinya berubah berdasarkan jumlah cahaya yang diterimanya. Penulis Menggunakan empat buah sensor yang berguna untuk mendeteksi Cahaya matahari secara presisi.



Gambar 3.9 Sensor LDR
(Sumber: Dokumen pribadi penulis)

5. Stepper Motor NEMA 17 dan Driver Stepper A4988

Stepper Motor NEMA 17 adalah motor stepper presisi tinggi yang sering digunakan dalam aplikasi seperti printer 3D, mesin CNC, dan robotika. Untuk mengontrol motor ini dengan mudah, digunakan driver stepper A4988, yang dirancang khusus untuk mengendalikan motor stepper dengan efisiensi tinggi. Kombinasi ini memungkinkan kontrol posisi, kecepatan, dan arah yang presisi. Penulis menggunakan dua buah motor Stepper dan *Module Driver Stepper* Guna membantu sensor dan alat secara vertical dan horizontal

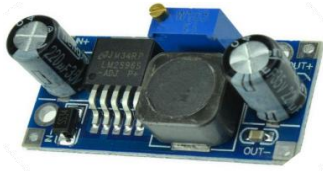
mengarah otomatis ke matahari dan juga untuk mengarahkan laser ke kiblat.



Gambar 3.10 Stepper Motor NEMA 17 dan Driver Stepper A4988
(Sumber: Dokumen pribadi penulis)

6. STEPDOWN L2596

Stepdown L2596 adalah modul regulator tegangan DC-DC yang dirancang untuk menurunkan tegangan input (*step down*) menjadi tegangan output yang lebih rendah sesuai kebutuhan. Modul ini menggunakan chip LM2596 yang terkenal dengan efisiensi tinggi dan kemampuan untuk menangani arus output hingga 3A. Modul ini sering digunakan dalam berbagai proyek elektronik untuk memberikan pasokan daya stabil kepada komponen seperti mikrokontroler, motor, atau modul sensor yang membutuhkan tegangan lebih rendah daripada sumber daya utama. Modul ini dilengkapi dengan potensiometer yang memungkinkan pengaturan tegangan output secara presisi, serta memiliki perlindungan terhadap kelebihan arus dan panas berlebih.



Gambar 3.11 Stepdown L2596
(Sumber: Dokumen pribadi penulis)

7. RTC DS 3231

Modul jam waktu nyata yang menggunakan kristal osilator presisi tinggi untuk menjaga akurasi waktu dan tanggal. Modul ini populer dalam aplikasi elektronik yang memerlukan pencatatan waktu dengan ketepatan tinggi, seperti sistem pengingat, logger data, dan perangkat berbasis mikrokontroler.



Gambar 3.12 RTC DS 3231
(Sumber: Dokumen pribadi penulis)

8. Baterai Li-ion (*Lithium-ion*)

jenis baterai isi ulang yang banyak digunakan dalam berbagai perangkat elektronik, seperti ponsel, laptop, dan perangkat elektronik portabel lainnya. Baterai ini terkenal karena memiliki kepadatan energi yang tinggi,

sehingga dapat menyimpan lebih banyak daya dibandingkan dengan jenis baterai lainnya dengan ukuran yang sama. Selain itu, baterai Li-ion memiliki keunggulan dalam hal efisiensi pengisian ulang dan umur pakai yang relatif panjang. Namun, penggunaannya memerlukan pengelolaan yang hati-hati karena rentan terhadap kerusakan akibat *overcharging*, *over-discharging*, atau suhu yang ekstrem. Dalam aplikasi Arduino atau proyek elektronik lainnya, baterai Li-ion sering digunakan untuk memberikan daya pada sistem, terutama karena ukurannya yang kecil dan kemampuannya untuk memberikan output daya yang stabil.

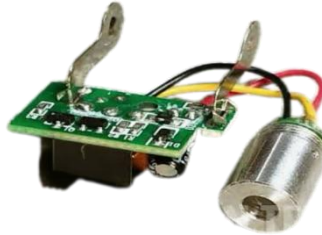


Gambar 3.14 Baterai Li-ion (Lithium-ion)
(Sumber: Dokumen pribadi penulis)

9. Laser Pointer 4.5 VDC

Laser Pointer 4.5 VDC dipilih untuk menunjukan arah kiblat setelah proses selesai maka laser akan hidup, laser yang dipilih merupakan jenis laser yang

membentuk sudut siku sehingga mempermudah untuk menunjukan arah kiblat sekaligus shaf shalat.



Gambar 3.13 Laser Pointer 4.5 VDC
(Sumber: Dokumen pribadi penulis)

D. Desain Produk Instrumen *Sun Guide*

Pada tahap pembuatan *prototype* atau *prototyping*, seorang perancang melakukan eksperimen dan pengujian berulang-ulang dengan berbagai jenis komponen, ukuran, parameter, dan program komputer untuk mencari kombinasi yang paling tepat. Perhitungan matematis yang akurat bukanlah satu-satunya faktor yang menentukan keberhasilan dalam mendesain suatu alat. Banyak faktor eksternal lain yang turut mempengaruhi, sehingga proses uji coba dan perbaikan kesalahan harus melibatkan elemen yang bersifat non-eksakta. *Prototyping* adalah perpaduan antara ketepatan perhitungan dan unsur seni dalam desain.⁷⁰

1. Desain *Cover Sun Guide*

⁷⁰ Feri Djuangi, *Pengenalan Arduino* (Jakarta: Tobuku, 2011). Hlm. 15.

Desain *cover* untuk *Sun Guide* merupakan aspek penting yang tidak hanya berfungsi sebagai pelindung komponen internal, tetapi juga sebagai elemen estetika yang menarik. Cover ini dirancang menggunakan bahan Medium Density Fiberboard (MDF), yang dikenal karena kekuatan dan daya tahannya. Dengan dimensi panjang 21 cm dan lebar 15 cm, casing ini dirancang untuk memberikan ruang yang cukup bagi semua komponen elektronik yang diperlukan, sambil tetap menjaga ukuran yang kompak dan portabel.

MDF dipilih sebagai bahan utama karena sifatnya yang mudah dibentuk dan diolah, memungkinkan desain yang lebih fleksibel dan kreatif. Selain itu, MDF memiliki permukaan yang halus, sehingga dapat dicat atau dilapisi dengan finishing yang menarik, memberikan tampilan profesional pada akhir. Dalam proses desain, perhatian khusus diberikan pada ventilasi untuk memastikan sirkulasi udara yang baik, mencegah overheating pada komponen elektronik di dalam cover.

Desain juga mempertimbangkan aksesibilitas, dengan penempatan port dan tombol yang strategis untuk memudahkan pengguna dalam mengoperasikan perangkat. Setiap sudut cover dirancang dengan halus untuk menghindari cedera dan memberikan kenyamanan

saat digunakan. Selain itu, desain ergonomis memastikan bahwa instrumen ini nyaman digenggam dan mudah dibawa.

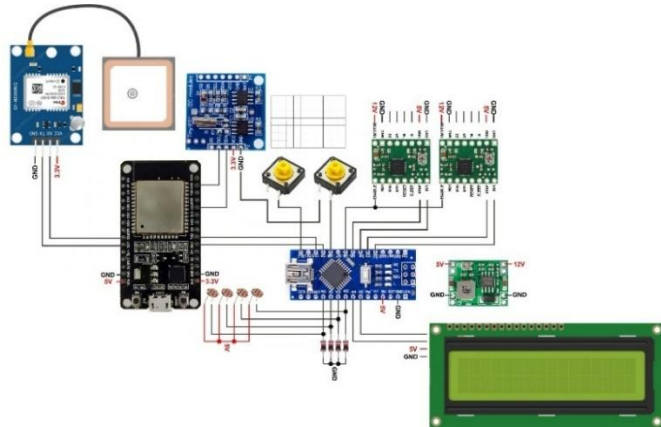


Gambar 3.14 *Desigen casing Sun Guide*
(Sumber: Dokumen pribadi penulis)

2. Desain Elektronika *Sun Guide*

Dalam pembuatan rangkaian elektronika, penulis memanfaatkan web Wokwi, sebuah platform open-source yang memungkinkan pengguna untuk merancang dan menguji rangkaian berbasis Arduino secara interaktif. Web ini memudahkan penulis untuk menggabungkan berbagai komponen elektronik dan memvisualisasikan hubungan antar modul, sehingga dapat melakukan simulasi sebelum implementasi fisik. Selain itu, Wokwi menyediakan berbagai komponen yang dapat dipilih sesuai dengan kebutuhan proyek, memungkinkan penulis untuk mempertimbangkan

kualitas, efisiensi, dan ukuran komponen dalam desain yang direncanakan. Dengan demikian, penggunaan Wokwi diharapkan dapat meningkatkan efektivitas dan kinerja rangkaian elektronika yang dikembangkan.



Gambar 3.15 Rancangan eletronika *Sun Guide*
(Sumber: Dokumen pribadi penulis)

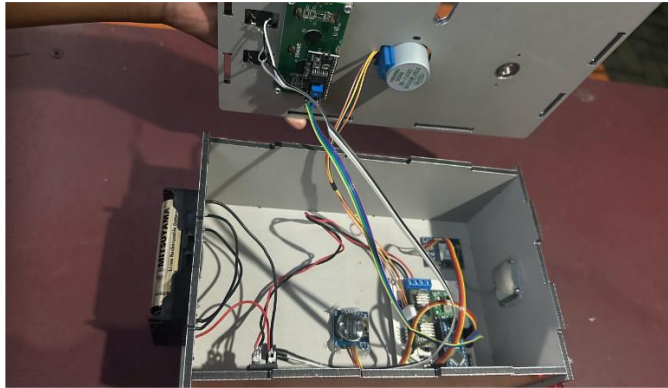
Berikut adalah tabel perancangan elektronika penulis buat menghubungkan beberapa modul sensor tambahan yaitu:

KOMPONEN	PIN PADA KOMPONEN	ARDUINO
LCD 16 X 2 (I2C)	GND	GND
	VCC	5V
	SDA	A4
	SLC	A5
GPS	GND	GND
	VCC	5V

	TX	D11
	RX	D10
RTC	GND	GND
	VCC	5V
	SDDA	A4
	SLC	A5
A4988 (Driver Stepper)	STEP	D2
	DIR	D3
	EN	D6
	5V	5V
	GND	GND
Servo Motor	GND	GND
	VCC	V5
	Signal	D7

3. Pemasangan Komponen

Setelah menyelesaikan desain cover dan desain elektronik, langkah berikutnya adalah memasang semua komponen yang telah dirancang ke dalam casing. Proses ini dimulai dengan menyiapkan berbagai komponen yang telah dipilih sesuai dengan spesifikasi desain. Dengan hati-hati, setiap komponen dipasang ke dalam casing MDF yang telah dipotong dengan presisi, memastikan semuanya terpasang dengan baik dan aman.



Gambar 3.17 Pemasangan komponen *Sun Guide*
(Sumber: Dokumen pribadi penulis)

4. Desain Alir

Diagram alir adalah representasi grafis yang digunakan untuk menggambarkan alur proses, langkah-langkah, atau keputusan dalam suatu sistem. Diagram ini biasanya menggunakan simbol-simbol grafis yang biasa disebut dengan *Flowchart*. Diagram alir digunakan untuk mempermudah pemahaman alur kerja suatu proses, membantu dalam analisis, perencanaan, dan pengelolaan sistem, serta menjadi alat komunikasi yang efektif antara anggota tim atau pemangku kepentingan.⁷¹

Diagram alir digunakan untuk mempermudah pemahaman alur kerja suatu proses, membantu dalam analisis, perencanaan, dan pengelolaan sistem. Dengan

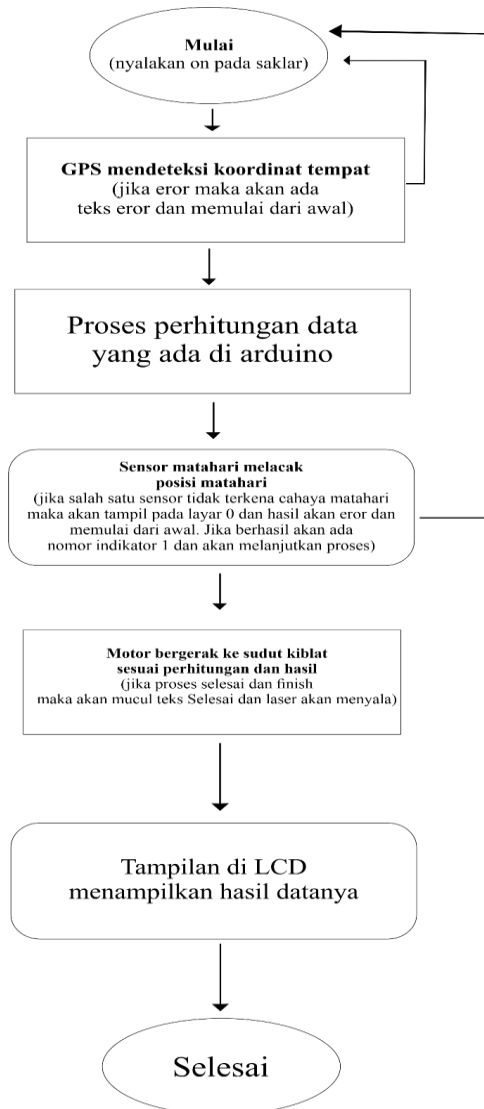
⁷¹ Ahmad Fauzan, Reza Fahlefie, “Sistem Monitoring Hidroponik Berbasis Arduino Uno”, Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kendali dan Listrik 3 (2022), 87.

memvisualisasikan langkah-langkah yang terlibat, diagram ini memungkinkan tim untuk mengidentifikasi potensi masalah, mengoptimalkan proses, dan memastikan bahwa semua anggota tim memiliki pemahaman yang sama tentang bagaimana suatu sistem berfungsi. Selain itu, diagram alir juga menjadi alat komunikasi yang efektif antara anggota tim atau pemangku kepentingan, karena dapat menyampaikan informasi dengan cara yang jelas dan ringkas.⁷²

Penggunaan diagram alir tidak hanya terbatas pada bidang teknik atau teknologi, tetapi juga dapat diterapkan dalam berbagai disiplin ilmu, termasuk pendidikan, bisnis, dan kesehatan. Diagram alir juga berfungsi sebagai alat yang sangat berguna dalam pengembangan perangkat lunak, di mana ia membantu tim pengembang dalam merencanakan dan mengorganisir fitur-fitur yang akan diimplementasikan. Dengan demikian, diagram alir menjadi alat yang sangat penting untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas di berbagai bidang.⁷³

⁷² Budi Santoso, *Pengantar Sistem Informasi* (Yogyakarta: Penerbit Graha Ilmu, 2019). Hlm 75.

⁷³ Rina Sari, *Metodologi Penelitian dan Pengembangan* (Bandung: Penerbit Alfabeta, 2020). Hlm 88.



Gambar 3.18 Diagram alir Sun Guide
(Sumber: Dokumen pribadi penulis)

E. Pemrograman dan Perancangan

1. Instalasi Software Arduino



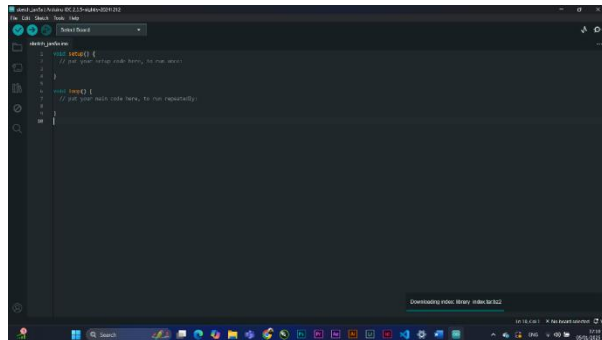
Gambar 3.19 Pilihan download software Arduino untuk berbagai sistem operasi computer (Sumber: Dokumen pribadi penulis).

Langkah pertama dalam perancangan dan pemrograman sun guide adalah menghubungkan Arduino Nano ke PC atau laptop menggunakan perangkat lunak Arduino IDE. Tujuan dari langkah ini adalah untuk mengunggah kode yang telah disusun oleh penulis ke dalam perangkat sun guide. Arduino IDE menyediakan editor teks untuk menulis kode, area pesan untuk menampilkan informasi, konsol teks, toolbar dengan tombol-tombol fungsi umum, dan berbagai menu.⁷⁴ Program yang dibuat dengan Arduino IDE disebut

⁷⁴ Program Studi Informatika, Modul Praktikum Mikrokontroler, (Tangerang, Universitas Pembangunan Jaya, tt), 4.

sketches, yang ditulis di editor teks dan disimpan dengan ekstensi file .ino. Editor ini dilengkapi dengan fitur seperti memotong (cut), menempelkan (paste), serta mencari dan mengganti teks.

Pada bagian pesan berisi umpan balik terkait proses penyimpanan dan ekspor, serta menampilkan kesalahan yang terjadi. Konsol digunakan untuk menampilkan output teks dari Arduino IDE, termasuk detail kesalahan dan informasi lainnya. Di sudut kanan bawah jendela, pengguna dapat melihat jenis board yang dikonfigurasi dan port serial yang sedang digunakan. Sementara itu, tombol-tombol pada toolbar memungkinkan pengguna untuk memverifikasi dan mengunggah program, membuat, membuka, dan menyimpan sketches, serta mengakses monitor serial.



Gambar 3.20 sketch Arduino IDE
(Sumber: Dokumen pribadi penulis)

Program yang dibuat menggunakan Arduino IDE, atau yang disebut sketch, umumnya ditulis dalam dua bagian utama. Yaitu pada bagian

a. Void Set Up

Bagian yang digunakan oleh pemrogram untuk menuliskan perintah-perintah inisialisasi program. Perintah ini mencakup fungsi seperti ``pinMode()``, ``Serial.begin()``, ``LCD.begin()``, ``LCD.clear``, dan fungsi lainnya yang diperlukan untuk menyiapkan perangkat sebelum program utama dijalankan.

b. Void Loop

Bagian utama yang berisi program yang akan dijalankan secara berulang oleh mikrokontroler *Atmega328P* pada papan sirkuit Arduino UNO. Bagian ini sangat penting dalam pemrograman sketches, terutama untuk menampilkan hasil dari operasi atau proses pengolahan data yang dilakukan oleh mikrokontroler. Untuk mendukung hal ini, Arduino IDE menyediakan fitur bernama serial monitor. Fitur ini berfungsi untuk menampilkan hasil pengolahan oleh mikrokontroler *Atmega328P* dan biasanya digunakan sebagai alat bantu dalam menguji validitas hasil pemrosesan.

Adapun langkah-langkah instalasi aplikasi Arduino IDE adalah sebagai berikut;

- a. Board Arduino nano terlebih dahulu dihubungkan dengan laptop atau komputer. Lampu LED berwarna merah pada board Arduino akan menyala secara otomatis ketika disambungkan dengan komputer atau laptop.
 - b. Install Software Arduino yaitu IDE (*Intergrated Development Environment*) dapat didownload di website resmi Arduino secara gratis. (<https://www.arduino.cc/en/software>). Hal yang perlu diperhatikan ketika mendownload IDE, sesuaikan dengan sistem operasi komputer yang digunakan. Misalnya, seperti yang digunakan oleh penulis yaitu Windows 11. Setelah selesai terdownload aplikasi Arduino, buka file IDE dan lakukan proses instalisasi serta ikuti setiap langkah yang muncul pada proses instalisasi.
2. Instalasi Library Tambahan

Library adalah sekumpulan kode yang dirancang untuk mempermudah pengguna Arduino dalam menghubungkan perangkat seperti sensor, layar, dan modul lainnya. Sebagai contoh, library Liquid Crystal

memudahkan komunikasi dengan layar LCD karakter.⁷⁵ Dalam beberapa kasus, pemrograman Arduino memerlukan library tambahan sebelum kode diunggah ke IDE.

Library tambahan ini dapat diinstal melalui aplikasi Arduino yang memiliki koneksi internet. Arduino IDE menyediakan fitur Library Manager untuk mempermudah instalasi library tambahan. Namun, tidak semua library tersedia di Library Manager, sehingga beberapa di antaranya harus diunduh secara manual dari internet. Sebagai contoh, untuk modul GPS, penulis menggunakan library TinyGPS++.h. Library tambahan lain yang digunakan penulis meliputi:

- a. TinyGPS++.h⁷⁶
- b. LiquidCrystal_I2C.h⁷⁷

Kemudian langkah-langkah penambahan library pada IDE Arduino antara lain:

- a. Buka aplikasi IDE lalu pilih menu Sketch.
- b. Pilih Include Library kemudian pilih Add Zip Library lalu klik Select a Zip.

⁷⁵ Arduino, "Installing Libraries", diakses 05 Januari 2025, <https://docs.arduino.cc/software/ide-v1/tutorials/installing-libraries/>.

⁷⁶ Dapat didownload di cristiansteib, "GPS-neo-6m" diakses 05 Januari 2025, <https://github.com/cristiansteib/GPS-neo-6m>.

⁷⁷ Dapat didownload di Frank De Brabander, "Arduino-LiquidCrystal-I2C library", es 05 Januari 2025, <https://github.com/fdebrabander/Arduino-LiquidCrystal-I2C-library>.

- c. Pilih file zip yang telah disiapkan lalu klik Open.
- d. Setelah proses Install selesai. Maka file library akan muncul tanda INSTALLED. Sehingga library tersebut dapat digunakan.

3. Pemrograman

a. *Julian Day*

```
double julianday(int tgl, int bln, int thn,
double jam, double mnt, double dtk, int tz){
double M, Y, D, A, B, g, w, JDa, JDb, JD;
if (bln < 3){
    M = bln + 12;
    Y = thn - 1;
}
Else{
    M = bln;
    Y = thn;
}
D = tgl;
A = trunc(Y / 100);
B = trunc(A / 4);
g = 2 - A + B;
w = (jam + mnt / 60 + dtk / 3600 - tz) / 24;
JDa = trunc(365.25 * Y);
JDb = trunc(30.6001 * (M + 1));
JD = JDa + JDb + D + w + g + 1720994.5 + DT /
3600 / 24;
return JD;
}
```

b. Data Matahari

Data suku koreksi diambil dari website neoprogrammics.com yang sudah menyediakan data VSOP87 kedalam Bahasa C++, selanjutnya merupakan koding menghitung *Longitude*, *Latitude*, dan *Distance* Matahari

```
double longitude(double JDE){
    double T, L, Theta, Psi, AB, hasil;
    T = (JDE - 2451545) / 36525;
    L = L0 + L1 * T + L2 * T * T + L3 * T * T *
T + L4 * T * T * T *
    T + L5 * T * T * T * T * T;
    Theta = mod(Degrees(L) + 180, 360);
    Psi = koreksi_AW(JDE) / 3600;
    AB = aberasi(JDE) / 3600;
    hasil = mod(Theta + Psi + AB, 360);
    return Theta;
}

double latitude(double JDE){
    double T, B, Dbeta, LMD, Delta, Beta;
    T = (JDE - 2451545) / 36525;
    B = B0 + B1 * T + B2 * T * T + B3 * T * T *
T + B4 * T * T * T *
    T;
    Dbeta = -Degrees(B) * 3600;
    LMD = mod(mod(180 + koordinat_L(JDE), 360)
- 1.397 * T - 0.00031
    * T * T, 360);
```



```

double T, L0, eot, equationoftime;
T = (JDE - 2451545.0) / 36525;
L0 = mod(280.4664567 + 36000.76982779 * T -
0.03032028 * T * T
      + T * T * T / 49931 - T * T * T * T /
15299 - (T * T * T *
      T * T) / 49931, 360);
eot = (-(1789 + 237 * T) * sin(Radians(L0))
- (7146 - 62 * T) *
      cos(Radians(L0)) + (9934 - 14 * T) *
sin(Radians(2 * L0))
      - (29 + 5 * T) * cos(Radians(2 * L0))
+ (74 + 10 * T) *
      sin(Radians(3 * L0)) + (320 - 4 * T)
* cos(Radians(3 *
      L0)) - 212 * sin(Radians(4 * L0))) /
1000;
equationoftime = eot / 60;
return equationoftime;
}
double HA(double JDE){
double T, deklinasi, gmst, psi, obl, gast,
ascensio rekta, GHA;
T = (JDE - 2451545) / 36525;
deklinasi = declination(JDE);
gmst = mod(280.46061837 + 360.98564736629 *
(JDE - 2451545) +
      0.000387933 * T * T - 1 / 38710000 *
T * T * T, 360);
psi = koreksi_AW(JDE) / 3600;
obl = obliquity(JDE);

```

```

        gast = mod(gmst + psi * cos(Radians(obl)),
360);
        ascensioirekta = rightascension(JDE);
        GHA = mod(gast - ascensioirekta + 1080,
360);
        return GHA;
    }

```

d. Azimuth Kiblat, Azimuth Matahari, dan Beda Azimuth

```

double arahkiblat(double lintang, double
bujur){
    double A, B, X, Y, C, f, x2, y2, a2;
    A = lintang;
    B = bujur;
    X = 21.4225;
    Y = 39.826111111111111111111111111111;
    C = 360 - Y + B;
    x2 = sin(Radians(X)) * cos(Radians(A)) -
cos(Radians(X)) *
        sin(Radians(A)) * cos(Radians(C));
    y2 = -cos(Radians(A)) * sin(Radians(C));
    if(x2<0){
        a2 = Degrees(atan(y2 / x2))+180;
    } else if(x2>0 and y2>=0){
        a2 = Degrees(atan(y2 / x2));
    } else {
        a2 = Degrees(atan(y2 / x2))+360;
    }
    return a2;
}

```

```

double arahmatahari(double JDE,double
lintang,double bujur){
    double a,d,c,x,y,azimuth;
    a = lintang;
    d=declination(JDE);
    c=mod(HA(JDE)+bujur,360);
    x = sin(Radians(a)) * cos(Radians(d)) -
cos(Radians(d)) *
        sin(Radians(a)) * cos(Radians(c));
    y = -cos(Radians(d)) * sin(Radians(c));
    if(x<0){
        azimuth = Degrees(atan(y / x))+180;
    } else if(x>0 and y>=0){
        azimuth = Degrees(atan(y / x));
    } else {
        azimuth = Degrees(atan(y / x))+360;
    }
    return azimuth;
}

double bedaazimuth(double JDE,double
lintang,double bujur){
    double a,m,b;
    a=arahkiblat(lintang,bujur);
    m=arahmatahari(JDE,lintang,bujur);
    b=m-a;
    return b;
}

```

BAB IV

ANALISIS UJI FUNGSI SUN GUIDE DALAM MENENTUKAN ARAH KIBLAT

A. Implementasi dan Penggunaan Sun Guide

Penggunaan Sun Guide diharapkan dapat memberikan dampak signifikan dalam mempermudah penentuan arah kiblat dengan teknologi yang lebih modern dan presisi. Alat ini dirancang untuk memberikan solusi yang praktis dibandingkan metode konvensional.

Dengan mengandalkan posisi matahari, Sun Guide mampu memberikan arah kiblat yang tepat, tanpa perlu koreksi akibat pengaruh medan magnet atau faktor lainnya. Selain itu, fitur otomatisasi yang dimilikinya membuat proses pelacakan matahari berjalan secara mandiri, sehingga pengguna tidak perlu melakukan penyesuaian secara terus-menerus.

Sun Guide dapat mengikuti posisi matahari secara otomatis, sehingga pengguna tidak perlu melakukan penyesuaian manual secara terus-menerus. Hal ini mempermudah penggunaan bagi orang-orang yang tidak memiliki pengalaman dalam navigasi atau pengukuran astronomi. Kemudahan dalam pengoperasian juga menjadi implikasi penting dari penggunaan Sun Guide.



Gambar 4.1 Foto *Sun Guide*
(Sumber: Dokumen pribadi penulis)

Sun Guide dilengkapi dengan tiga tombol utama yang masing-masing memiliki fungsi spesifik untuk memastikan pengoperasian alat berjalan dengan lancar. Ketiga tombol tersebut adalah :

1. Tombol Start/Mulai (Kanan)

Tombol ini berfungsi untuk memulai proses pencarian arah kiblat. Setelah alat dihidupkan dengan tombol power, pengguna cukup menekan tombol start/mulai agar Sun Guide mulai melacak posisi matahari dan menentukan arah kiblat secara otomatis.

2. Tombol Restart (Kiri)

Tombol restart memiliki dua fungsi utama:

- a. Restart Sistem: Jika terjadi kesalahan dalam pengukuran atau pengguna ingin mengulang proses pencarian arah kiblat, tombol ini dapat

ditekan untuk me-reset alat dan memulai proses dari awal.

- b. Kalibrasi Manual: Selain sebagai tombol restart, tombol ini juga bisa digunakan untuk melakukan kalibrasi manual posisi Sun Guide. Fitur ini berguna jika pengguna ingin menyesuaikan posisi alat secara manual untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat dalam kondisi tertentu, misalnya saat terjadi gangguan dalam otomatisasi pelacakan matahari.

3. Tombol Power

Tombol power memiliki fungsi utama untuk menghidupkan dan mematikan Sun Guide. Saat alat tidak digunakan, pengguna dapat mematakannya untuk menghemat daya dan memperpanjang masa pakai perangkat.

Dengan adanya tombol-tombol ini, Sun Guide menjadi alat yang mudah dioperasikan oleh siapa saja, tanpa perlu keterampilan teknis yang kompleks. Fleksibilitas dalam penggunaan, terutama dengan adanya fungsi restart dan kalibrasi manual, menjadikan Sun Guide alat yang andal dalam menentukan arah kiblat.

Layar pada Sun Guide menggunakan LCD 16x2 untuk menampilkan informasi. Di pojok kiri layar, terdapat "Mulai" sebagai penanda bahwa perangkat telah aktif dan siap digunakan. Di bawahnya, terdapat tiga simbol yang bergantian setiap dua detik yaitu :

1. Simbol ☉ menampilkan nilai azimuth matahari



Gambar 4.2 Tampilan LCD *Sun Guide*
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

2. Simbol ↑ menampilkan azimuth kiblat



Gambar 4.3 Tampilan LCD *Sun Guide*
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

3. Simbol ▲ menampilkan beda azimuth



Gambar 4.4 Tampilan LCD *Sun Guide*
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

Pergantian simbol ini bertujuan untuk memberikan informasi yang jelas dan bergantian dengan memanfaatkan ukuran layar yang ada.

Sementara itu, di pojok kanan layar terdapat empat baris angka yang berfungsi sebagai indikator kondisi sensor cahaya. Jika angka yang ditampilkan adalah "0", berarti salah satu sensor tidak menerima cahaya matahari, yang dapat mengindikasikan bahwa perangkat tidak sejajar dengan sinar matahari atau terdapat penghalang yang menghambat penerimaan cahaya. Sebaliknya, jika angka yang muncul adalah "1", berarti sensor tersebut telah menerima cahaya matahari dengan baik. Indikator ini memudahkan pengguna dalam memastikan sensor menghadap ke matahari secara presisi.

B. Analisis Hasil Pengujian Sun Guide

1. Pengujian Sun Guide

Pengujian Sun Guide merupakan pengujian tahap awal yang harus dilakukan guna mengetahui apakah alat berjalan sesuai dengan apa yang diharapkan. Penulis pertama kali menguji instrument di Masjid UIN Walisongo Semarang ($-6^{\circ} 59' 30''$ LS, $110^{\circ} 21' 02''$ BT) pada tanggal 5 Maret 2025 pukul 15.12 WIB. Hasilnya adalah sebagai berikut :

	Perhitungan	Instrumen	Selisih
Azimuth Matahari	267° 35' 13"	267° 32' 38"	00° 03' 25"
Azimuth Kiblat	294° 31' 06"	294° 23' 38"	00° 07' 28"
Beda Azimuth	-26° 56' 51"	-26° 51' 07"	00° 05' 44"



Gambar 4.5 Uji coba *Sun Guide* di Masjid UIN Walisongo Semarang
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

Selain itu pengujian alat juga di lakukan oleh Ridlwan, ia adalah lulusan dari Teknik Informatika Universitas Negeri Semarang. Hasil yang di uji adalah sebagai berikut :

No	Pertanyaan	Kesimpulan	
		Ya	Tidak
1	Alat dapat menyala dengan baik saat diaktifkan.	√	
2	Sensor dapat mendeteksi posisi matahari.	√	
3	Perhitungan arah kiblat dilakukan secara otomatis.	√	

4	Tampilan layar menampilkan hasil pengukuran dengan jelas.	√	
5	Alat dapat digunakan dalam keadaan matahari tertutup awan dan cahaya tipis.	√	
6	Perangkat lunak bekerja dengan baik	√	
7	Hasil pengukuran sesuai dengan perhitungan manual.	√	
8	Kalibrasi alat berjalan dengan baik.	√	
9	Alat tetap stabil saat digunakan di dalam ruangan.		√
10	Sumber daya alat (baterai/listrik) dapat bertahan dengan lama.	√	
11	Sensor bekerja optimal pada berbagai intensitas cahaya.		√
12	Alat mudah digunakan tanpa membutuhkan keahlian khusus.	√	
13	Alat terdapat kendala atau bug ringan		√
14	Sedikit terjadi gangguan teknis selama pengujian.		√
15	Alat dapat beroperasi tanpa harus sering dikalibrasi ulang.	√	
16	Perangkat keras tidak mengalami overheating selama penggunaan.	√	
17	Komponen alat tetap berfungsi setelah beberapa kali pengujian.	√	
18	Alat memberikan hasil yang konsisten	√	



Gambar 4.6 Uji *Sun Guide* oleh Ridlwan
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

Hasil dari pengujian menunjukkan bahwa fungsi alat sudah berjalan dengan baik. Maka dapat dilanjutkan dengan pengujian selanjutnya yaitu uji validasi.

2. Hasil Uji Validitas Ahli

Validasi ahli merupakan pengujian yang dilakukan untuk melihat apakah instrument sudah sesuai dengan pengukuran kiblat. Sebelum melaksanakan pengujian validasi alat, penulis menyiapkan beberapa pertanyaan sebagai berikut :

Tabel Kode Pertanyaan

Aspek	Kode	Pertanyaan
Aspek Kegunaan	P1	Instrument Sun Guide membantu dalam menentukan arah kiblat dengan lebih mudah.
	P2	Alat ini dapat digunakan oleh siapa saja tanpa perlu keahlian khusus.

	P3	Sun Guide mudah digunakan.
	P4	Alat ini dapat digunakan di berbagai lokasi.
	P5	Penggunaan alat ini lebih efisien dibandingkan metode konvensional.
Aspek Keakuratan	P6	Sun Guide memberikan hasil yang akurat dalam menentukan arah kiblat.
	P7	Hasil dari alat ini sesuai dengan perhitungan arah kiblat yang sudah ada.
	P8	Ketepatan alat ini dapat diandalkan untuk penggunaan dalam jangka panjang.
	P9	Kalibrasi alat ini mudah dilakukan untuk menjaga keakuratannya.
Aspek Kemudahan dan Penggunaan	P10	Alat ini memiliki desain yang praktis dan mudah dibawa.
	P11	Waktu yang dibutuhkan untuk menentukan arah kiblat dengan alat ini relatif singkat.
	P12	Saya merasa nyaman menggunakan alat ini dalam menentukan arah kiblat.
	P13	Alat ini tidak membutuhkan banyak perawatan.
	P14	Baterai Sun Guide bertahan lama dan mudah saat pengisian ulang.
Aspek Keandalan dan Daya Tahan	P15	Alat ini terbuat dari bahan yang tahan lama.
	P16	Komponen alat ini tidak mudah rusak meskipun digunakan secara rutin.
	P17	Desain strukturalnya dirancang untuk menahan paparan sinar matahari terus-

		menerus tanpa mengalami degradasi material.
--	--	---

Pertama, pengujian validasi dilakukan oleh Ust. Noor Aflah S.H.I., M.H. yang merupakan dosen ilmu falak di Ma’had Aly TBS Kudus, lokasi pengujian berada di Gedung serbaguna Ma’had Aly TBS Kudus (-6° 48’ 03” LS, 110° 50’ 09” BT, 85 Mdpl78), pada tanggal 6 Maret 2025 pukul 14.45 WIB. Dalam pengujian ini sekaligus memeriksa keakuratan dalam menentukan arah kiblat dan mendapatkan hasil sebagai berikut

	Perhitungan	Instrumen	Selisih
Azimuth Matahari	268° 30’ 55”	268° 24’ 39”	00° 06’ 16”
Azimuth Kiblat	294° 21’ 34”	294° 24’ 11”	00° 02’ 37”
Beda Azimuth	-25° 50’ 38”	-25° 49’ 13”	00° 01’ 25”

Tabel hasil validasi

Aspek	Pertanyaan	Jawaban				
		5	4	3	2	1

⁷⁸ Diambil dari aplikasi google earth, diakses pada 6 Maret 2025 pukul 14.36

Aspek Kegunaan	P1		√			
	P2		√			
	P3	√				
	P4		√			
	P5		√			
Aspek Keakuratan	P6		√			
	P7		√			
	P8		√			
	P9			√		
Aspek Kemudahan Penggunaan	P10		√			
	P11			√		
	P12	√				
	P13	√				
	P14			√		
Aspek Keandalan dan Daya Tahan	P15		√			
	P16		√			
	P17	√				

Data yang diperoleh didapatkan dari kuisioner validasi dihitung presentasinya dengan menggunakan rumus persamaan sebagai berikut :

$$P = \frac{n}{N} \times 100\%$$

(n) Jumlah skor yang diperoleh = 60

(N) Jumlah skor maksimum = 85

(P) Presentase hasil skor sebagai berikut :

$$P = \frac{n}{N} \times 100\% = \frac{69}{85} \times 100\% = 81,17\%$$

Hasil data validasi ahli kemudian disajikan dalam bentuk table rata-rata perindikator dan keterangannya.

No	Aspek Pengujian	Indikator	Skor Max	Skor	%	Keterangan
1	Validasi Ahli	Kegunaan	25	21	84	
2		Keakuratan	20	16	80	
3		Kemudahan	25	20	80	
4		Ketahanan	15	12	80	
Rata-Rata			85	69	81	



Gambar 4.7 Uji dan validasi *Sun Guide* di Ma'had Aly TBS Kudus oleh Ust. Noor Aflah S.H.I., M.H.
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

Selanjutnya, penulis melakukan pengujian di Masjid Al Mubarak ($-6^{\circ} 48' 16''$ LS, $110^{\circ} 50' 24''$ BT, 27 Mdp179) pada tanggal 7 maret 2025 pukul 15.52 WIB. Oleh Ust. Auzi'ni Syukron Kamal Ahmad,M.H dan Muhammad Faqih Taufik, S.Ag. yang merupakan Anggota aktif di Lembaga Falakiyyah PCNU Kabupaten Kudus. Dalam pengujian tersebut mendapatkan hasil sebagai berikut

	Perhitungan	Instrumen	Selisih
Azimuth Matahari	$268^{\circ} 04' 49''$	$267^{\circ} 57' 41''$	$00^{\circ} 06' 22''$
Azimuth Kiblat	$294^{\circ} 31' 06''$	$294^{\circ} 24' 11''$	$00^{\circ} 02' 37''$
Beda Azimuth	$-26^{\circ} 45' 49''$	$-26^{\circ} 26' 30''$	$00^{\circ} 19' 19''$

Tabel Validasi oleh auzi'ni

Aspek	Pertanyaan	Jawaban				
		5	4	3	2	1
Aspek Kegunaan	P1		√			
	P2	√				
	P3		√			
	P4			√		
	P5		√			
Aspek	P6	√				

⁷⁹ Di ambil dari aplikasi google earth, diakses pada 6 maret 2025 pukul 15.52

Keakuratan	P7	√				
	P8		√			
	P9	√				
Aspek Kemudahan Penggunaan	P10		√			
	P11			√		
	P12		√			
	P13			√		
	P14		√			
Aspek Keandalan dan Daya Tahan	P15			√		
	P16			√		
	P17			√		

Data yang diperoleh didapatkan dari kuisioner validasi dihitung persentaenya dengan menggunakan rumus persamaan sebagai berikut :

$$P = \frac{n}{N} \times 100\%$$

(n) Jumlah skor yang diperoleh = 66

(N) Jumlah skor maksimum = 85

(P) Presentase hasil skor sebagai berikut :

$$P = \frac{n}{N} \times 100\% = \frac{66}{85} \times 100\% = 77,64\%$$

Hasil data validasi ahli kemudian disajikan dalam bentuk table rata-rata perindikator dan keterangannya.

No	Aspek Pengujian	Indikator	Skor Max	Skor	%	Keterangan
----	-----------------	-----------	----------	------	---	------------

1	Validasi Ahli	Kegunaan	25	16	64	
2		Keakuratan	20	19	95	
3		Kemudahan	25	24	96	
4		Ketahanan	15	9	60	
Rata-Rata			85	66	77	

Tabel Validasi oleh faqih

Aspek	Pertanyaan	Jawaban				
		5	4	3	2	1
Aspek Kegunaan	P1		√			
	P2		√			
	P3	√				
	P4	√				
	P5	√				
Aspek Keakuratan	P6			√		
	P7		√			
	P8	√				
	P9		√			
Aspek Kemudahan Penggunaan	P10			√		
	P11	√				
	P12		√			
	P13	√				
	P14	√				
Aspek Keandalan dan Daya Tahan	P15			√		
	P16		√			
	P17	√				

Data yang diperoleh didapatkan dari kuisioner validasi dihitung presentasinya dengan menggunakan rumus persamaan sebagai berikut :

$$P = \frac{n}{N} \times 100\%$$

(n) Jumlah skor yang diperoleh = 79

(N) Jumlah skor maksimum = 85

(P) Presentase hasil skor sebagai berikut :

$$P = \frac{n}{N} \times 100\% = \frac{79}{85} \times 100\% = 92,94\%$$



Gambar 4.8 Uji dan validasi *Sun Guide* di Masjid Al Mubarak Kudus oleh Ust. Auzy'ni Syukron Kamal Ahmad, M.H dan Muhammad Faqih Taufik, S.Ag.
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

Hasil data validasi ahli kemudian disajikan dalam bentuk table rata-rata perindikator dan keterangannya.

No	Aspek Pengujian	Indikator	Skor Max	Skor	%	Keterangan
----	-----------------	-----------	----------	------	---	------------

1	Validasi Ahli	Kegunaan	25	23	64	
2		Keakuratan	20	16	95	
3		Kemudahan	25	22	96	
4		Ketahanan	15	14	60	
Rata-Rata			85	79	93	

Dari data-data kuisioner diatas didapatkan rata-rata sebagai berikut

$$\begin{aligned}
 \text{Presentase Akhir} &= \frac{A + B + C}{N} = \frac{92,94 + 81,17 + 77,64}{3} \\
 &= 83,92\%
 \end{aligned}$$

Hasil dari validasi ahli menunjukan bahwa aplikasi sangat layak untuk digunakan dengan presentase nilai rata-rata 83.92%.

3. Hasil Usser Accepten

Efektivitas penggunaan instrument dengan melakukan pengujian kepada mahasantri Ma'had Aly TBS Kudus sebanyak 10 mahasantri terpilih.

Adapun presentase pengujian alat, berikut nilai rata-rata yang didapatkan

NO	NAMA	Nilai Pengujian
1	Muhammad Yusron	90
2	Ahmad Ihsan Alwi	75
3	Ilya Rahma	73,33
4	Aniqus Sholihah	90

5	Umi Roichanah	87,87
6	Nuroyyanah	83,33
7	Siti Muhimmatul Fitriyah	81,67
8	Marsa Rizka Achlani	85
9	Amrita Syifa	76,67
10	Saila Nuril Izza	85
	Rata-Rata	83,47

Dari hasil di atas, diketahui bahwa nilai rata-rata pengujian alat menunjukkan sebesar 83,47%.



Gambar 4.9 Usser Accepten Bersama mahasantri Ma'had Aly TBS Kudus
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

C. Analisis Kelebihan dan Kekurangan Instrumen Sun Guide

1. Kelebihan

Sun Guide adalah instrumen yang menggunakan matahari sebagai acuan utama untuk menentukan arah kiblat, sehingga memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan alat lain yang menggunakan kompas magnetik. Salah satu kelebihanannya adalah akurasi tinggi dalam menentukan arah kiblat. Kompas magnetik sering kali memerlukan koreksi karena adanya gangguan medan magnet dari benda logam di sekitar atau pengaruh magnetik bumi yang bervariasi. Sun Guide, dengan mengandalkan posisi matahari, tidak mengalami gangguan tersebut dan memberikan hasil yang lebih presisi.

Selain itu, Sun Guide juga memiliki keunggulan dalam otomatisasi tracking matahari. Berbeda dengan metode manual yang memerlukan pengukuran dan penyesuaian secara berkala, Sun Guide dapat melacak pergerakan matahari secara otomatis. Fitur ini memudahkan pengguna karena tidak perlu terus-menerus melakukan penyesuaian atau menggerakkan alat secara manual. Dengan sistem otomatis ini, penentuan arah kiblat menjadi lebih praktis dan efisien.

Dengan teknologi ini, Sun Guide menjadi alat yang andal dalam berbagai kondisi di luar ruangan, terutama bagi pengguna yang membutuhkan instrumen dengan presisi tinggi tanpa harus bergantung pada koreksi magnetik atau manual.

2. Kekurangan

Meskipun memiliki keunggulan dalam akurasi dan otomatisasi tracking matahari, Sun Guide juga memiliki beberapa keterbatasan yang perlu diperhatikan. Salah satu kekurangannya adalah ketergantungan terhadap sinar matahari. Karena alat ini menggunakan matahari sebagai acuan, maka penggunaannya menjadi terbatas ketika matahari tidak terlihat, seperti saat cuaca mendung, hujan, atau di malam hari. Hal ini membuat Sun Guide kurang fleksibel dibandingkan dengan instrumen lain yang bisa digunakan kapan saja, seperti kompas atau GPS.

Selain itu, Sun Guide juga tidak cocok untuk digunakan di dalam ruangan. Karena alat ini harus menangkap sinar matahari secara langsung, maka pengguna tidak bisa menggunakannya di tempat tertutup, seperti di dalam gedung, terowongan, atau ruangan tanpa akses ke langit terbuka.

Kelemahan lain adalah ketergantungan terhadap sinyal GPS. Meskipun Sun Guide bekerja dengan prinsip astronomi, beberapa modelnya tetap membutuhkan sinyal GPS untuk menentukan posisi geografis pengguna dengan lebih akurat. Namun, sinyal GPS sering kali sulit didapatkan di dalam ruangan atau di area dengan banyak penghalang, seperti di antara gedung-gedung tinggi atau di daerah pegunungan yang tertutup.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

1. *Sun Guide* dirancang untuk digunakan langsung di bawah sinar matahari karena sistem ini mengacu pada pergerakan matahari dalam menentukan arah kiblat. Alat ini dilengkapi dengan empat sensor cahaya yang memastikan akurasi dalam mendeteksi posisi matahari. Indikator yang ditampilkan pada layar *Sun Guide* berfungsi untuk memverifikasi bahwa semua sensor bekerja dengan optimal, sehingga pengguna dapat memastikan bahwa alat telah melacak posisi matahari dengan tepat. Lebih Jelasnya sebagai berikut:

- a. Sistem Pelacakan Otomatis

Dilengkapi dengan motor stepper atau servo, *Sun Guide* mampu melacak posisi matahari secara otomatis tanpa perlu pergerakan manual dari pengguna. Sistem ini memungkinkan perangkat bekerja secara efisien dan presisi dalam menentukan arah kiblat, mengurangi potensi kesalahan, serta meningkatkan kenyamanan dalam penggunaannya.

- b. Kemudahan Penggunaan

Sun Guide memiliki antarmuka yang sederhana dan intuitif, sehingga tidak memerlukan keahlian khusus dalam pengoperasiannya. Pengguna cukup menekan tombol tanpa harus melakukan input manual yang kompleks. Desain ini memungkinkan alat dapat digunakan oleh siapa saja, baik oleh individu yang memiliki pemahaman teknis maupun yang tidak.

2. Hasil pengujian menunjukkan bahwa alat ini memiliki akurasi yang cukup baik, selisih yang didapatkan masih dalam batas toleransi yang dapat diterima dalam penentuan arah kiblat. Hasil data dari uji validasi ahli memperoleh nilai rata-rata 83,92% dan juga hasil data dari user accepten memperoleh nilai rata-rata 83,47% , yang kedua hasil data tersebut menunjukkan bahwa instrument sangat layak digunakan dalam pengukuran arah kiblat.

B. Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan temuan yang diperoleh, terdapat beberapa saran yang dapat dijadikan pertimbangan untuk pengembangan lebih lanjut, yaitu:

1. Peningkatan Akurasi Sensor

Untuk meningkatkan akurasi penentuan arah kiblat, penggunaan sensor cahaya dengan sensitivitas lebih tinggi dapat dipertimbangkan. Selain itu, kalibrasi sensor secara berkala diperlukan agar hasil pengukuran tetap konsisten dalam berbagai kondisi pencahayaan.

2. Integrasi dengan Teknologi Digital

Agar lebih praktis, Sun Guide dapat dikembangkan lebih lanjut dengan integrasi ke aplikasi berbasis digital, seperti smartphone atau Internet of Things (IoT). Hal ini akan memungkinkan pengguna untuk mendapatkan data arah kiblat secara lebih cepat dan akurat melalui perangkat yang lebih familiar sesuai zamannya.

3. Penyesuaian untuk Berbagai Kondisi Cuaca

Karena alat ini bergantung pada sinar Matahari, perlu dikembangkan metode kombinasi dengan sensor lain, seperti GPS yang lebih bagus atau

magnetometer, agar tetap dapat digunakan saat cuaca mendung atau di dalam ruangan.

4. Pengembangan Desain yang Lebih Baik dengan Beragam Variasi

Untuk meningkatkan daya tarik dan kenyamanan pengguna, Sun Guide dapat dikembangkan dengan desain yang lebih modern, ergonomis, dan estetis. Selain itu, variasi fitur tambahan sehingga dapat menjadi inovasi menarik guna meningkatkan fungsionalitas alat ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, M. A. U. (2003). *Raddul Muhtar 'ala ad-Dur al-Mukhtar* (Juz 1). Riyad: Dar 'Alam al-Kutub.
- Abidin, Muhammad Amin ibn Umar. (2003). *Raddul Muhtar 'ala ad-Dur al-Mukhtar* (Juz 1). Dar 'alam al-Kutub.
- Ali bin Muhammad bin Habib, Abi al-Hasan. (1994). *Al-Hawi al-Kabir* (Juz II). Dar Kutub al-Ilmiyah.
- Arifin, Nurul, dkk. (2020). Integrasi teks-teks syar'i yang terkait dengan arah kiblat dalam konteks astronomi. *El Falaky: Jurnal Ilmu Falak*, 4.
- Arifin, Zainul. (2012). *Ilmu falak: Cara menghitung dan menentukan arah kiblat, rashdul kiblat, awal bulan Qamariyah, hisab kontemporer*. Lukita.
- Arikunto, Suharsono. (1990). *Manajemen penelitian*. Rineka Cipta.
- Arduino. (n.d.). *Installing libraries*. Diakses 5 Januari 2025, dari <https://docs.arduino.cc/software/ide-v1/tutorials/installing-libraries/>
- Azhar, Latif Nashiran. (2012). *Ilmu falak: Lembaga pengembangan bakat program khusus ilmu falak*. Madrasah TBS Kudus.
- Azmi, Muhammad Farid. (2017). *Qibla rulers sebagai pengukur kiblat* [Skripsi, Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang].

Bantani, Muhammad Nawawi al. (n.d.). *Maraq al-Ubudiyah*. Haramain.

Brabander, Frank De. (n.d.). *Arduino-LiquidCrystal-I2C library*. Diakses 5 Januari 2025, dari <https://github.com/fdebrabander/Arduino-LiquidCrystal-I2C-library>.

Bretagnon, Pierre, & Simon, Jean-Louis. (1995). VSOP87: A comprehensive theory of planetary motions. *Astronomy and Astrophysics*.

Bukhari, Muhammad Bin Ismail Bin Ibrahim Bin Mughirah. (n.d.). *Shahih Bukhari*. Mauqi'u Wazaratul Auqaf.

Creswell, J. W. (2014). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (4th ed.). Sage Publications.

Djuhanji, Feri. (2011). *Pengenalan Arduino*. Tobuku.

Duffett-Smith, Peter. (1992). *Practical astronomy with your calculator or spreadsheet*. Cambridge University Press.

El-Rabbany, Ahmed. (2002). *Introduction to GPS*. Artech House.

Eramuslim. (n.d.). *Segitiga bola dan arah kiblat*. Diakses 17 Januari 2025, dari <https://www.eramuslim.com/peradaban/ilmu-hisab/segitiga-bola-dan-arah-kiblat/>.

Fadani, Muhammad Yasin bin Isa al. (n.d.). *Syarah samrat al-wasilah*. Dar al-Thaba'ah.

- Fajrullah. (2022). Qibla box dalam penentuan arah kiblat [Tesis, Universitas Islam Negeri Walisongo].
- Fauzan, Ahmad, & Fahlefi, Reza. (2022). Sistem monitoring hidroponik berbasis Arduino Uno. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kendali dan Listrik*, 3.
- Fitra, Julsyam, & Maksum, Hasan. (2021). Efektivitas media pembelajaran interaktif dengan aplikasi Powtoon pada mata pelajaran bimbingan TIK. *Jurnal Pedagogi dan Pembelajaran*, 4.
- Hafidz, Habib. (2022). Perancangan otomatis konveyor pemisah produk berdasarkan warna berbasis Arduino. *Journal of Vocational Education*, 1(1).
- Hambali, Slamet. (2011). *Ilmu falak 1: Penentuan awal waktu shalat dan arah kiblat seluruh dunia*. Program Pascasarjana IAIN Walisongo Semarang.
- Hambali, Slamet. (2013). *Ilmu falak: Arah kiblat setiap saat*. Pustaka Ilmu.
- Hambali, Slamet. (2014). *Menguji keakuratan hasil pengukuran arah kiblat menggunakan Istiwa'aini karya Slamet Hambali*. Fakultas Syariah IAIN Walisongo.
- Idris as-Syafi'I, Muhammad bin. (1982). *al-Umm* (Juz I). Faizan.
- Izzuddin, Ahmad. (n.d.). *Ilmu falak praktis*. Pustaka Rizki Putra.
- Izzuddin, Ahmad. (2010). *Menentukan arah kiblat praktis*. Walisongo Press.

- Izzuddin, Ahmad. (2012). *Akurasi metode-metode penentuan arah kiblat*. Kementerian Agama RI.
- Izzuddin, Ahmad. (2012). *Kajian terhadap metode-metode penentuan arah kiblat dan akurasinya*. Kementerian Agama RI.
- Jamil, A., dkk. (n.d.). Metode penentuan arah kiblat dengan posisi matahari. *Istinbath: Jurnal Hukum*.
- Khazin, Muhyiddin. (2004). *Ilmu falak dalam teori dan praktik*. Buana Pustaka.
- Khazin, Muhyiddin. (2008). *Ilmu falak dalam teori dan praktek: Perhitungan arah kiblat, waktu shalat, awal bulan dan gerhana* (Cetakan III). Buana Pustaka.
- Khazin, Muhyiddin. (2015). *Al-Masail Al-Fiqhiyah*. Pustaka Ilmu.
- King, David A. (1993). *Astronomy in the service of Islam*. Variorum Reprint King.
- Lajnah Pentashahah Mushaf Al-Qur'an Balitbang Diklat Kemenag RI. (2007). *Al-Qur'an: Al-Qur'an dan terjemahannya*. Balai Penerbitan Islam.
- Lajnah Pentashahah Mushaf Al-Qur'an Balitbang Diklat Kemenag RI. (2019). *Al-Qur'an dan terjemahannya edisi penyempurnaan*. Balitbang Diklat Kemenag RI.
- Laksana, Agung. (2022). *Alat ukur arah kiblat dengan metode azimuth bayangan matahari otomatis* [Tesis, Universitas Islam Negeri Walisongo].

- Majelis Tarjih dan Tajdid PP Muhammadiyah. (2009). *Pedoman hisab Muhammadiyah* (Cet. II). Majelis Tarjih dan Tajdid PP Muhammadiyah.
- Montenbruck, Oliver, & Pflieger, Thomas. (2000). *Astronomy on the personal computer*. Springer-Verlag.
- Munawwir, Ahmad Warson. (2007). *Al-Munawwir: Kamus Arab-Indonesia* (Edisi Revisi). Pustaka Amani.
- Muslim, Muhammad Bin Hajjaj Abu Hasan Qusyairi An Naisabury. (n.d.). *Shahih Muslim*. Mauqi'u Wazaratul Auqaf.
- Nasihah, Lauhatun. (2024). *Inovasi instrumen penentu arah kiblat dengan output visual berdasarkan data pergerakan matahari* [Tesis, Universitas Islam Negeri Walisongo].
- Nasution, Harun. (1992). *Ensiklopedia hukum Islam*. Djambatan.
- Perumus, Tim. (2018). *Panduan penulisan karya tulis ilmiah pascasarjana UIN Walisongo*. Universitas Islam Negeri Walisongo.
- Perumus, Tim. (2018). *Panduan penelitian karya tulis ilmiah pascasarjana UIN Walisongo*. Pascasarjana UIN Walisongo.
- Program Studi Informatika. (n.d.). *Modul praktikum mikrokontroler*. Universitas Pembangunan Jaya.
- Qulub, Siti Tatmainul. (2017). *Ilmu falak dari sejarah ke teori dan aplikasi*. Rajawali Pers.

- RI, Lajnah Pentashihah Mushaf Al-Qur'an Balitbang Diklat Kemenag. (2019). *Al-Qur'an dan terjemahannya edisi penyempurnaan*. Balitbang Diklat Kemenag RI.
- Rohr, Rene R.J. (1970). *Sundial: History, theory and practice*. University of Toronto Press.
- Sabda, Abu. (2020). *Ilmu falak rumusan syar'i dan astronomi waktu shalat dan arah kiblat*. Persis Pers.
- Sajaya, Mada, Anggraini, Dyah, & Nurrohman, Fikri Ibrahim. (2019). *Algoritma arah kiblat Al-Biruni dalam Tahdīd Nihāyāt al-Amākin li Taṣḥīḥ Masāfāt al-Masākin*. Bolabot.
- Santoso, Budi. (2019). *Pengantar sistem informasi*. Penerbit Graha Ilmu.
- Sari, Rina. (2020). *Metodologi penelitian dan pengembangan*. Penerbit Alfabeta.
- Sasmoko, Dani. (2021). *Arduino dan sensor pada project Arduino DIY*. Yayasan Prima.
- Scaliger, Joseph. (1583). *De emendatione temporum*. Leiden.
- Setiawan, Ebta. (2011). *Kamus besar bahasa Indonesia (KBBI) offline versi 1.2*. Pusat Bahasa.
- Simon, Jean-Louis. (1989). *Fourier series in celestial mechanics. Celestial Mechanics and Dynamical Astronomy*.
- Steib, Cristian. (n.d.). *GPS-neo-6m*. Diakses 5 Januari 2025, dari <https://github.com/cristiansteib/GPS-neo-6m>.

- Sudibyo, Marufin. (2011). *Sang nabi pun berputar: Arah kiblat dan tata cara pengukurannya*. Tinta Medina.
- Sugiyono. (2016). *Metode penelitian kuantitatif, kualitatif, dan R&D*. Alfabeta.
- Suryabrata, Sumadi. (2004). *Metodologi penelitian*. Raja Grafindo Persada.
- Thoyfur, Muhammad. (2019). *Formulasi Raşdul Qiblat lokal dalam Qibla diagram* [Skripsi, UIN Walisongo Semarang].
- Tirmidzi, Muhammad bin Isa. (1996). *al-Jami' al-Kabir* (Juz II). Dar al-Garb al-Islami.
- Widodo, Tri, dkk. (2020). Sistem sirkulasi air pada teknik budidaya bioflok menggunakan mikrokontroler Arduino UNO R3. *Jurnal Teknik dan Sistem Komputer*, 1(2).
- Zainuddin, Aziz, Hendriawan, Akhmad, & Oktavianto, Hary. (2011). *Kompas digital penunjuk arah kiblat dengan output visual*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Sumber Buku

- Izzuddin, Ahmad. Ilmu Falak Praktis. Semarang: Pustaka Rizki Putra, 2012.
- Izzuddin, Ahmad. Kajian terhadap Metode-Metode Penentuan Arah Kiblat dan Akurasinya. Jakarta: Kementerian Agama RI, 2012.

- Izzuddin, Ahmad. Menentukan Arah Kiblat Praktis. Semarang: Walisongo Press, 2010.
- Azhar, Latif Nashiran. Ilmu Falak: Lembaga Pengembangan Bakat Program Khusus Ilmu Falak. Kudus: Madrasah TBS Kudus, 2012.
- Dani, Sasmoko. Arduino dan Sensor pada Project Arduino DIY. Yogyakarta: Yayasan Prima, 2021.
- Djuanji, Feri. Pengenalan Arduino. Jakarta: Tobuku, 2011.
- Hambali, Slamet. Ilmu Falak 1: Penentuan Awal Waktu Shalat dan Arah Kiblat Seluruh Dunia. Semarang: Program Pascasarjana IAIN Walisongo, 2011.
- Hambali, Slamet. Ilmu Falak: Arah Kiblat Setiap Saat. Yogyakarta: Pustaka Ilmu, 2013.
- Hambali, Slamet. Menguji Keakuratan Hasil Pengukuran Arah Kiblat Menggunakan Istiwa'aini Karya Slamet Hambali. Semarang: Fakultas Syariah IAIN Walisongo, 2014.
- Khazin, Muhyiddin. Ilmu Falak dalam Teori dan Praktek: Perhitungan Arah Kiblat, Waktu Shalat, Awal Bulan dan Gerhana, Cetakan III. Yogyakarta: Buana Pustaka, 2008.
- King, David A. Astronomy in the Service of Islam. USA: Variorum Reprint King, 1993.
- Majelis Tarjih dan Tajdid PP Muhammadiyah. Pedoman Hisab Muhammadiyah, Cet. II. Yogyakarta: Majelis Tarjih dan Tajdid PP Muhammadiyah, 2009.

- Munawwir, Ahmad Warson. *Al-Munawwir: Kamus Arab-Indonesia (Edisi Revisi)*. Jakarta: Pustaka Amani, 2007.
- Nasution, Harun. *Ensiklopedia Hukum Islam*. Jakarta: Djambatan, 1992.
- Perumus, Tim. *Panduan Penelitian Karya Tulis Ilmiah Pascasarjana UIN Walisongo*. Semarang: Pascasarjana UIN Walisongo, 2018.
- RI, Lajnah Pentashihah Mushaf Al-Qur'an Balitbang Diklat Kemenag. *Al-Qur'an dan Terjemahannya Edisi Penyempurnaan*. Jakarta: Balitbang Diklat Kemenag RI, 2019.
- Rohr, Rene R.J. *Sundial: History, Theory and Practice*. Toronto: University of Toronto Press, 1970.
- Sabda, Abu. *Ilmu Falak Rumusan Syar'i dan Astronomi Waktu Shalat dan Arah Kiblat*. Bandung: Persis Pers, 2020.
- Sajaya, Mada, Dyah Anggraini, dan Fikri Ibrahim Nurrohman. *Algoritma Arah Kiblat Al-Biruni dalam Tahdīd Nihāyāt al-Amākin li Taṣḥīḥ Masāfāt al-Masākin*. Bandung: Bolabot, 2019.
- Setiawan, Ebta. *Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) Offline versi 1.2*. Pusat Bahasa, 2011.
- Sudibyo, Marufin. *Sang Nabi Pun Berputar: Arah Kiblat dan Tata Cara Pengukurannya*. Solo: Tinta Medina, 2011.
- Suryabrata, Sumadi. *Metodologi Penelitian*. Jakarta: Raja Grafindo Persada, 2004.

Sugiyono. Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D. Bandung: Alfabeta, 2016.

Program Studi Informatika. Modul Praktikum Mikrokontroler. Tangerang: Universitas Pembangunan Jaya, t.t.

Izzuddin, Ahmad. Akurasi Metode-Metode Penentuan Arah Kiblat. Jakarta: Kementerian Agama RI, 2012.

LAMPIRAN

Lampiran 1: Uji dan validasi Sun Guide di Ma'had Aly TBS Kudus oleh Ust. Noor Aflah S.H.I., M.H dosen ilmu falak di Ma'had Aly TBS Kudus.



Lampiran 2 : Uji dan validasi Sun Guide di Masjid Al Mubarak Kudus oleh Ust. Auzi'ni Syukron Kamal Ahmad,M.H dan Muhammad Faqih Taufik, S.Ag Anggota aktif di Lembaga Falakiyyah PCNU Kabupaten Kudus



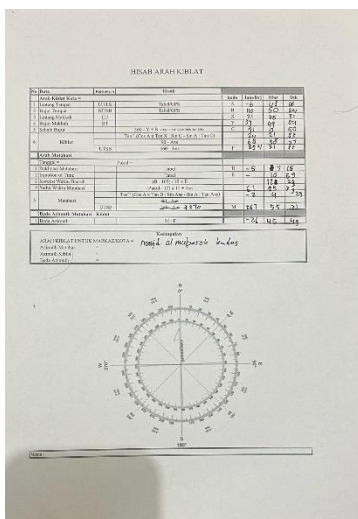
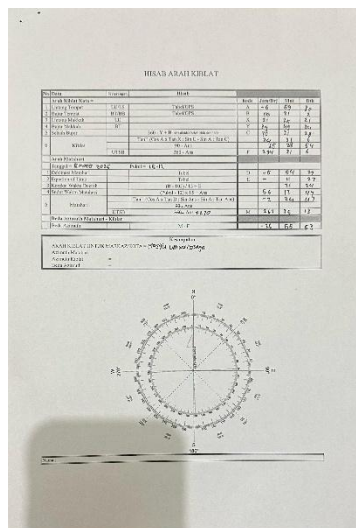
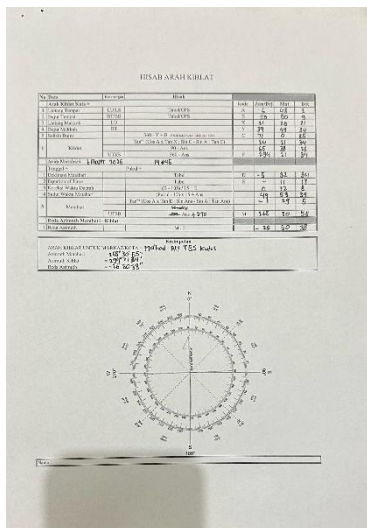
Lampiran 3 : Uji *Sun Guide* oleh Ridlwan, lulusan dari Teknik Informatika Universitas Negeri Semarang. Dan Pernah Menjadi Ketua Robotika di Semarang pada 2022.



Lampiran 4 : Uji coba *Sun Guide* di Masjid UIN Walisongo Semarang



Lampiran 4 : Lembaran Hisab Arah kiblat



RIWAYAT HIDUP

Nama : Ardana Ash Siddiqi

Tempat, Tanggal Lahir : Demak, 19 Oktober 1999

Alamat : Sidorawuh Sidogemah Sayung Demak

Email : ardanblues89@gmail.com

Riwayat Pendidikan :

a. Formal :

1. SD Sigogemah 3
2. Mts NU TBS KUDUS
3. MA NU TBS KUDUS
4. S1 ILMU FALAK MA'HAD ALY TBS KUDUS

b. Non Formal

1. Pondok Pesantren Tasywiquh-Thullab (TBS) KUDUS
2. Pondok Pesantren Manarul Huda KUDUS

Pengalaman Organisasi :

1. Ketua Pondok Pesantren Manarul Huda KUDUS
2. Bendahara DEMA MA'HAD ALY TBS KUDUS
3. Media dan Design DEMA MA'HAD ALY TBS KUDUS